

TERMINAL DE CRUZEIRO DA APDL NO PORTO DE LEIXÕES – ESTUDO DE CASO NA PERSPECTIVA DA EMPRESA CONSTRUTORA

ISABEL MARIA MARRANA ALVES DE FREITAS

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor José Manuel Marques Amorim de A. Faria

JUNHO DE 2014

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2013/2014

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2013/2014 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2014*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

A meus Pais

Alea jacta est!

Júlio César

AGRADECIMENTOS

A todas as pessoas com quem estive em contacto na obra Terminal de Cruzeiros de Leixões e que de diferentes maneiras permitiram a aquisição de novos conhecimentos contribuindo para a realização do presente trabalho. Em particular aos Exmo. Senhores Engenheiros Alberto Goncalves e Plácido Castro pelo excelente acompanhamento, conhecimentos partilhados e disponibilidade durante a realização do estágio.

Aos Exmo. Senhores Engenheiros do CTCV pela partilha de conhecimentos relativos aos revestimentos cerâmicos.

Por último ao Exmo. Senhor Professor Doutor José Manuel Amorim Faria pela sua permanente disponibilidade e pela competência com que orientou a minha tese.

RESUMO

O Edifício do Terminal de Cruzeiros do Porto de Leixões da APDL apresenta-se como uma obra única, inovadora e emblemática tanto a nível nacional como internacional. O seu revestimento exterior é realizado com peças cerâmicas coladas ao suporte. Este revestimento cerâmico exterior levanta questões sobre a durabilidade, uma vez que o edifício em causa se encontra em plena exposição marítima a cerca de 800 metros da linha de costa natural, estando assim, totalmente exposto ao ambiente marítimo. Assim, torna-se imperativa uma escolha adequada para o sistema de revestimento a utilizar, bem como um controlo de qualidade eficaz durante a sua aplicação.

Este trabalho foi realizado no âmbito de um estágio profissional protocolado entre a FEUP e a Opway – Engenharia, S.A., uma das empresas integrantes do ACE responsável pela empreitada geral de construção deste edifício.

A dissertação resume as principais tarefas realizadas no âmbito do referido estágio.

Todo o trabalho específico realizado no estágio relaciona-se com o revestimento cerâmico aplicado no exterior da obra acima identificada. Acompanhou-se esta tarefa ao nível de preparação, planeamento e controlo e estimativa da vida útil e durabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Terminal de Cruzeiros, Porto de Leixões, Revestimento Cerâmico Exterior, Controlo de Qualidade, Planeamento e Controlo de Prazos, Durabilidade, Tecnologia de aplicação.

ABSTRACT

The building of the Cruise Terminal in Porto de Leixões of APDL presents itself as a unique, innovative and emblematic both national and international work. Its exterior is made with adhesive ceramic tiles. This outer ceramic coating raises major questions about durability, since this building is located about 800 meters away from the natural shoreline and therefore fully exposed to the marine environment. So it is imperative the use of a suitable coating system, as well as an effective quality control of these works.

This work was conducted under an Internship, settled between FEUP and Opway - Engenharia, SA, one of the members of the contractor joint-venture for the construction of this building.

The paper summarizes the main tasks performed in the scope of that Internship.

All the specific work is focused in the ceramic coating applied outside as mentioned in the above-identified work. This task was followed up in terms of preparation, planning and control and the estimated life time and durability of the adhesive ceramic tiles.

KEYWORDS: Cruise Terminal, Porto de Leixões, Exterior Ceramic Coating, Quality Control, Planning and Control of Deadlines, Durability, Application Technology.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
1 INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETO, ÂMBITO E JUSTIFICAÇÃO	1
1.2. METODOLOGIA	2
1.3. BASES DO TRABALHO PRODUZIDO	2
1.4. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	2
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. PESQUISA NORMATIVA	5
2.1.1. INTRODUÇÃO	5
2.1.2. CERÂMICOS	6
2.1.3. COLAS/ ARGAMASSAS DE COLAGEM	8
2.2. PROCESSOS DE APLICAÇÃO	9
2.3. DURABILIDADE DE EDIFÍCIOS	10
2.4. PATOLOGIAS EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS EXTERIORES	14
3 ESTRUTURA DE GESTÃO DA OBRA	19
3.1. INTRODUÇÃO	19
3.2. A OPWAY HOJE	19
3.2.1. HISTÓRIA DA EMPRESA E AS SUAS ORIGENS	19
3.2.2. O GRUPO OPWAY HOJE – MERCADO E ÁREAS DE NEGÓCIO	20
3.2.3. A OPWAY ENGENHARIA, S.A.	23

3.3. ESTRUTURA DE GESTÃO DA OBRA	26
3.3.1. ORGANIZAÇÃO FUNCIONAL	26
3.3.2. ORÇAMENTO DA OBRA	27
3.3.3. PLANEAMENTO DOS TRABALHOS	27
3.3.4. SUBEMPREITADAS	30

4 DESCRIÇÃO TÉCNICA DA OBRA.....	33
4.1. DESCRIÇÃO GERAL DA OBRA	33
4.2. PLANTAS, CORTES E ALÇADOS	36
4.3. DESCRIÇÃO TÉCNICA DA OBRA	41
4.3.1. CONTENÇÃO PROVISÓRIA/ENSECADEIRA E FUNDAÇÕES	41
4.3.2. FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS DO PISO -1	48
4.3.3. ESTRUTURA SUPERIOR.....	52
4.3.4. ACABAMENTOS.....	57

5 REVESTIMENTO EXTERIOR CERÂMICO –	
PLANEAMENTO E CONTROLO DE QUALIDADE E DE	
PRAZOS	65
5.1. APRESENTAÇÃO DO SISTEMA EM ESTUDO	65
5.2. MATERIAIS UTILIZADOS SEGUNDO O CADERNO DE ENCARGOS.....	67
5.2.1. CERÂMICOS	67
5.2.2. COLA	68
5.3. CONDIÇÕES TÉCNICAS DE PREPARAÇÃO DO SUPORTE	69
5.4. PROCEDIMENTO PARA APLICAÇÃO DOS CERÂMICOS	69
5.5. APLICAÇÃO DOS CERÂMICOS E DESENHOS DE PORMENOR	70
5.6. CONTROLO DA QUALIDADE DO REVESTIMENTO EXTERIOR	78

5.6.1. CONTROLO DA QUALIDADE	78
5.6.2. CONTROLO DA QUALIDADE PELO CTCV	84
5.7. PLANEAMENTO E CONTROLO DE PRAZOS DO REVESTIMENTO EXTERIOR.....	85
5.8. ESTIMATIVA DA VIDA ÚTIL (ANTES DA OBRA)	92
5.9. REFLEXÃO SOBRE QUESTÕES DE DURABILIDADE	93
5.10. PROPOSTA DE UMA FICHA DE INSPEÇÃO	97

6 CONCLUSÃO

101

6.1. PRINCIPAIS RESULTADOS E AVALIAÇÃO DA REALIZAÇÃO DOS OBJETIVOS ..	101
---	-----

6.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	102
-------------------------------------	-----

BIBLIOGRAFIA	103
--------------------	-----

ANEXO I – ORÇAMENTO INICIAL DA OBRA

ANEXO II - PLANO DE TRABALHOS GLOBAL

ANEXO III – FICHA TÉCNICA DO SISTEMA WEBER THERM KERAMIC

ANEXO IV – FICHAS DE CONTROLO DE QUALIDADE PREENCHIDAS

ANEXO V – FICHA DE INSPEÇÃO PREENCHIDA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. – Organograma do Grupo OPWAY [17]	21
Figura 3.2. – Distribuição das receitas referentes ao ano 2012 [25].	23
Figura 3.3. – Organograma da Estrutura de Gestão do ACE.	26
Figura 4.1. – Modelo tridimensional do Terminal de Cruzeiros de Leixões [26].	33
Figura 4.2. – Esquema da distribuição das diferentes utilizações do Edifício [28].	35
Figura 4.3. – Elementos tentaculares; 1 – Manga fixa; 2 – Pala dos autocarros; 3- Rampa da marina de recreio.....	35
Figura 4.4. – Planta do piso -1	36
Figura 4.5. – Planta do piso 0.	36
Figura 4.6. – Planta do piso 1.	37
Figura 4.7. – Planta do piso 2	37
Figura 4.8. – Planta do piso 2a	38
Figura 4.9. – Planta do piso 3.	38
Figura 4.10. – Planta do piso 3a.	39
Figura 4.11. – Planta da cobertura.....	39
Figura 4.12. – Indicação de cortes	40
Figura 4.13. – Corte AA'.....	40
Figura 4.14. – Corte BB'.....	40
Figura 4.15. – Corte CC'	41
Figura 4.16. – Corte DD'	41
Figura 4.17. – Corte EE'	41
Figura 4.18. – Corte GG'	41
Figura 4.19. – Aterro pré-existente.....	42
Figura 4.20. – Esquema no qual se evidencia a vermelho a zona correspondente á zona 1.	43
Figura 4.21. – Fotografia da zona 1.	43
Figura 4.22. – Fotografia onde se vê a zona onde a cortina de painéis CSM que já foi demolida	44
Figura 4.23. – Esquema de localização zona 2.	44
Figura 4.24. - Execução dos painéis CSM.	45

Figura 4.25. – Esquema de localização da zona 3 a vermelho.	45
Figura 4.26. – Zona 1 já com os painéis CSM e zona 3 onde se visualiza a cortina de estacas prancha.....	46
Figura 4.27. – Desenho esquemático dos tirantes colocados no topo da cortina de estaca prancha.	46
Figura 4.28.- Esquema de localização da zona 4 a vermelho	47
Figura 4.29. – Esquema da execução da contenção na zona 4.	47
Figura 4.30. – Planta do piso -1.	48
Figura 4.31. – Corte da laje de fundo.....	49
Figura 4.32. – Fotografia que permite visualizar a grelha de vigas.	49
Figura 4.33. – Fotografia da Laje de fundo.	49
Figura 4.34. – Corte da laje de fundo e respectivos pormenores de impermeabilização	50
Figura 4.35. – Estacas de betão armado	50
Figura 4.36. – Fotografia onde se vê as microestacas.	51
Figura 4.37. – Aplicação da camada de brita compactada.	51
Figura 4.38. – Aplicação do betão de limpeza	52
Figura 4.39. – Manta bentonítica.....	52
Figura 4.40. – Fotografia do pilar e do núcleo rígido	53
Figura 4.41. – Fotografia dos pilares do piso 0.	53
Figura 4.42 – Fotografia geral da obra.....	53
Figura 4.43. – Fotografia pilares em Y no piso	53
Figura 4.44. – Cofragens das paredes.....	54
Figura 4.45. – Cofragens das paredes.....	54
Figura 4.46. – Execução das lâminas	54
Figura 4.47. – Cofragens e escoramentos da lâmina.	54
Figura 4.48. – Fotografia da execução das lâminas	54
Figura 4.49. – Fotografia onde se vê o escoramento das lâminas	54
Figura 4.50. – Fotografia do início de trabalhos sobre o cais acostável onde já se veem os pilares da manga fixa.....	55
Figura 4.51.- Fotografia da Manga fixa	55

Figura 4.52. – Fotografia da Manga fixa vista do piso 0.	55
Figura 4.53. – Fotografia dos trabalhos na pala dos autocarros	55
Figura 4.54. – Trabalhos pala dos autocarros.	55
Figura 4.55. – Fotografia pala dos autocarros.	56
Figura 4.56. – Fotografia pala dos autocarros piso 1.....	56
Figura 4.57.- Pala dos autocarros estruturalmente já terminada.	56
Figura 4.58.- Pala dos autocarros vista de baixo.....	56
Figura 4.59. – Trabalhos na rampa de acesso ao parque de recreio.	56
Figura 4.60. – Rampa parque de recreios quase concluída estruturalmente	56
Figura 4.61. – Fotografia do revestimento de placas de granito.....	57
Figura 4.62. – Acabamento das escadas exteriores.....	57
Figura 4.63. – Fotografia de pintura com tinta epoxy de base aquosa.....	57
Figura 4.64. – Fotografia das placas de granito e dos cubos de basalto no piso 0.....	58
Figura 4.65. - Fotografia das placas de granito nas paredes no piso 0.....	58
Figura 4.66. - Fotografia do envidraçado no piso 0.	58
Figura 4.67. – Tela Tensionada no Piso 0.	58
Figura 4.68. - Envidraçado piso 1.	59
Figura 4.69. – Envidraçado piso 1.	59
Figura 4.70. – Fotografia do pavimento com o microcimento.....	59
Figura 4.71 – Fotografia do piso 1 praticamente terminado.	59
Figura 4.72. – Fotografia das paredes divisórias e início da execução do mezanino	60
Figura 4.73. – Fotografia de um dos laboratórios no piso 2.	60
Figura 4.74. – Fotografia de um dos laboratórios no piso 2.	60
Figura 4.75. – Piso 2a visto do laboratório.....	60
Figura 4.76. – Fotografia do envidraçado exterior do piso 3.	61
Figura 4.77. - Fotografia do piso 3 já em fase de acabamentos.....	61
Figura 4.78. – Fotografia da cobertura inclinada acessível	61
Figura 4.79. – Fotografia da cobertura.....	61
Figura 4.80. – Fotografia cobertura.....	61

Figura 4.81 – Fotografia da cobertura.....	61
Figura 4.82. – Fotografia da lâmina central que será revestida com peças cerâmicas.....	62
Figura 4.83. – Fotografia dos envidraçados existentes no núcleo central.....	62
Figura 4.84. – Fotografia da claraboia vista do interior.....	62
Figura 4.85. – Fotografia da clarabóia vista do piso 3a.	62
Figura 4.86. – Fotografia das vigas de betão que constituem a clarabóia.	62
Figura 4.87. – Fotografia dos perfis de alumínio e vidro da clarabóia.	62
Figura 4.88. – Aplicação dos cerâmicos no interior	63
Figura 4.89. – Aplicação de cerâmicos no núcleo central.	63
Figura 4.90. – Aplicação nas lâminas exteriores.	63
Figura 4.91. – Aplicação do revestimento exterior.....	63
Figura 5.1. – Corte do sistema	66
Figura 5.2. – Fotografia do sistema Etics em construção.....	66
Figura 5.3. – Cerâmicos de canto e retangulares.	67
Figura 5.4. – Cerâmicos Hexagonais planos e tridimensionais.	68
Figura 5.5. – Mistura da cola.....	70
Figura 5.6. – Desenho lâmina A.....	71
Figura 5.7. – Imagem lâmina B.	71
Figura 5.8. – Desenho elucidativo das lâminas A e B.....	71
Figura 5.9. – Desenho esquemático Lâmina A zona corrente.....	72
Figura 5.10. – Fotografia geral.	72
Figura 5.11. – Alçado esquemático rebatido planificado do interior e exterior.	72
Figura 5.12. – Esquema referente ao exterior da lâmina B.	73
Figura 5.13. – Alçado planificado rebatido do lado interior da lâmina B que faz o teto da Manga Fixa e na qual é visível a separação com o espaço considerado zona interior.	73
Figura 5.14. – Esquema do remate cerâmico com o envidraçado no piso 3 lâmina A.....	74
Figura 5.15. – Fotografia Envidraçado do piso 3.	74
Figura 5.16.- Fotografia do remate do revestimento com o envidraçado no piso 3.	74
Figura 5.17. – Esquema rebatido da estereotomia das peças cerâmicas junto aos pilares	74

Figura 5.18. – Fotografia do pilar do piso 3.	74
Figura 5.19. – Encontro do lajeado de betão branco na cobertura piso 3.	75
Figura 5.20. – Fotografia do pormenor do encontro das lajetas com a lâmina revestida a peças cerâmicas.	75
Figura 5.21. – Alçado esquemático das peças cerâmicas e degraus da bancada da cobertura.	75
Figura 5.22. – Detalhe na cobertura, degraus da bancada com lâmina	75
Figura 5.23. – Fotografia dos degraus da bancada	76
Figura 5.24. – Fotografia do pormenor dos degraus da cobertura.	76
Figura 5.26. – Desenho piso 2 clarabóia da marina.	76
Figura 5.27. – Esquema onde se representa a estereotomia em contacto com a caleira e as lâminas	77
Figura 5.28. – Fotografia zona de cruzamento das lâminas.	77
Figura 5.29. – Esquema do início da manga fixa.	77
Figura 5.30. – Esquema da estereotomia dos pilares da manga fixa,	77
Figura 5.31. – Fotografia das peças cerâmicas,	78
Figura 5.32. – Fotografia dos cerâmicos evidenciando a fissura [33].	79
Figura 5.33. – Fotografia da sujidade acumulada apos aplicação do barramento de impermeabilização.	79
Figura 5.34. – Ficha utilizada no controlo da aplicação do revestimento cerâmico.	81
Figura 5.35. – Ficha utilizada no controlo de qualidade.	82
Figura 5.36. – Assentamento na cobertura.	83
Figura 5.37. – Revestimento exterior da lâmina A no piso 3.	83
Figura 5.38. – Pormenor das peças cerâmicas.	83
Figura 5.39. – Entrada na rampa da marina.	83
Figura 5.40. – Local de interseção das lâminas com trabalhador a realizar a limpeza das peças.	83
Figura 5.41. – Fotografia do revestimento na Lâmina A	83
Figura 5.42. – Assentamento na zona das plataformas suspensas.	84
Figura 5.43. – Topo da Lâmina A.	84
Figura 5.44. – Lâmina A no piso 0.	84
Figura 5.45. – Piso 3 exterior.	84

Figura 5.46. – Imagem tridimensional do edifício: 1 – Manga Fixa; 2- Rampa da Marina; 3 – Pala dos autocarros; 4 – Lâmina A; 5 - Lâmina B.....	86
Figura 5.47. - Imagem do Edifício com local de corte de frentes assinalados.	87
Figura 5.48. – Corte da Pala dos Autocarros com marcação a cor das zonas pertencentes as diferentes frentes consideradas: Cobertura – azul; Interior – Vermelho; Parede Exterior - Verde.	88
Figura 5.49. – Planeamento de aplicadores afetos à tarefa.	89
Figura 5.50. – Fotografia do revestimento cerâmico exterior no piso 0.	94
Figura 5.51. – Fotografia revestimento lâmina B.	94
Figura 5.52. – Fotografia dos cerâmicos da lâmina A.....	96
Figura 5.53. – Fotografia pormenor dos cerâmicos onde se vê bastante sujidade.	96
Figura 5.54. – Fotografia da lâmina A.	96
Figura 5.55. – Fotografia lâmina A.	96
Figura 5.56. – Fotografia onde é visível sujidade.	96
Figura 5.57. – Fotografia onde é visível sujidade.	96
Figura 5.58. – Ficha de inspeção proposta.	100

ÍNDICE DE QUADROS (OU TABELAS)

Quadro 2.1. - Exigências Funcionais de Revestimentos Cerâmicos de Paredes Exteriores [1, 2].	5
Quadro 2.2. – Classificação de revestimentos cerâmicos conforme o seu processo de fabrico e absorção de água (E) [1].	6
Quadro 2.3. – Características exigidas para diferentes aplicações no exterior.[1].	7
Quadro 2.4. – Classificação de colas em classes e tendo em conta as suas características.	8
Quadro 2.5. – Classificação de colas [5].	8
Quadro 2.6. – Condições a satisfazer pelos paramentos no momento da colagem [6].	10
Quadro 2.7. – Vida útil de projeto de Edifícios [10].	11
Quadro 2.8. – Relação entre a durabilidade dos produtos de construção e a durabilidade das construções (adaptada EOTA 1999) [11].	12
Quadro 2.9. – Valor dos fatores a utilizar adaptado de [12].	13
Quadro 2.10. – Patologias em revestimentos cerâmicos exteriores adaptado de [1].	16
Quadro 3.1. - Volume de Negócios do Grupo OPWAY [21] [17]	22
Quadro 3.2. – EBITDA do Grupo OPWAY [17, 21].	22
Quadro 3.3. – Volume de negócios OPWAY [25].	24
Quadro 3.4. – Resultados Líquidos da OPWAY – Engenharia [25].	24
Quadro 3.5. – Despesas OPWAY – Engenharia, S.A.	25
Quadro 3.6. – Volume de Importações e Exportações da OPWAY.	25
Quadro 3.7. – Mapa de mão-de-obra direta resumido.	29
Quadro 3.8. – Mapa de mão-de-obra indireta.	29
Quadro 3.9. – Mapa de Equipamentos Resumido.	30
Quadro 5.1. – Determinação da dimensão das peças.	85
Quadro 5.2. – Determinação da absorção da água.	85

Quadro 5.3. – Áreas revestimento exterior.	85
Quadro 5.4. – Cálculo das durações previstas para cada tarefa e do número de aplicadores por tarefa/frente.	89
Quadro 5.5. – Plano de entregas da cola ALL 9000.	90
Quadro 5.6. – Rendimentos dos trabalhadores.	91
Quadro 5.7. – Apuramento do rendimento total da cola ALL 9000 realizado a 3 de Junho de 2014.	91
Quadro 5.8. – Rendimentos relativos apenas ao assentamento no exterior realizado a 3 de Junho 2014.	92
Quadro 5.9. – Valores a utilizar na aplicação do método factorial.	93
Quadro 5.10. – Resultados de ensaio da determinação da expansão com a humidade [34].	95

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

APDL – Administração dos Portos do Douro e Leixões, S.A.

FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

UP – Universidade do Porto

ISO – Organização Internacional de Normas

EN – Normas Europeias Harmonizadas

EOTA – Organização Europeia de Aprovações Técnicas

CTCV – Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro

S.A. – Sociedade Anónima

OPCA – Obras Públicas e Cimento Armado

SOPOL – Sociedade Geral de Construções e Obras Públicas

SGPS – Sociedade Gestora de Participações Sociais

EBITDA – Ganhos/Lucros antes da aplicação dos juros, taxas, depreciações e amortizações.

ACE – Agrupamento Complementar de Empresas

1

INTRODUÇÃO

1.1. OBJETO, ÂMBITO E JUSTIFICAÇÃO

A presente dissertação foi realizada em ambiente empresarial na empresa Opway – Engenharia, S.A. na obra de construção do Terminal de Cruzeiros do Porto de Leixões da APDL.

Tendo a autora muito interesse em realizar uma experiência prática que sedimentasse os conhecimentos adquiridos no curso Mestrado Integrado em Engenharia Civil, procurou um tema que se enquadrasse nos trabalhos a realizar na obra em questão e permitisse uma análise fundamentada.

A obra encontra-se em fase de acabamentos o que determinou a escolha do tema tendo por base a especialização da autora em Construções. O estágio teve início aquando da aplicação do revestimento cerâmico interior e exterior. O carácter único do revestimento cerâmico exterior colado sobre o betão, a sua extensa área, os processos de aplicação utilizados e as questões relacionadas com a durabilidade, considerando o ambiente em que o edifício está inserido, estiveram na origem do objeto de estudo desta dissertação.

A autora participou diretamente em atividades de controlo de gestão realizadas pelo ACE Opway – Engenharia, S.A./Ferreira, S.A., mais concretamente no que se refere às operações relacionadas com o planeamento e aplicação do revestimento cerâmico exterior. Realizou o acompanhamento em obra destes trabalhos ao nível do planeamento e controlo da qualidade e dos prazos.

Pode assim caracterizar-se o objeto desta dissertação como a realização de uma experiência concreta de planeamento e controlo de uma operação muito complexa de construção civil numa obra carismática e de forte impacto arquitetónico. Esta atividade foi realizada no contexto de um estágio protocolar entre a FEUP e a Opway – Engenharia, S.A. e teve assim características específicas de um trabalho de cariz profissional.

Ao nível do âmbito entende-se circunscrever o trabalho realizado à avaliação de uma única atividade, considerando o fato de esta permitir abordar o tema na perspetiva da tecnologia de execução (preparação e controlo da qualidade), planeamento e gestão operacional (na componente “duração de tarefas”) e durabilidade (reflexão) e cuidados a garantir para aumentar a durabilidade do sistema de revestimento cerâmico e reduzir os custos com as operações de manutenção.

1.2. METODOLOGIA

No âmbito do presente trabalho realizaram-se as seguintes atividades:

- Realizar revisão bibliográfica relativa ao tema;
- Conhecer os materiais utilizados no revestimento;
- Analisar os procedimentos adotados em obra na aplicação do revestimento;
- Realizar controlo de qualidade dos materiais;
- Produzir fichas de controlo de qualidade da tarefa acompanhada;
- Planificar e controlar a realização da tarefa;
- Estimar a vida útil do revestimento;
- Refletir sobre a durabilidade do revestimento cerâmico em estudo;
- Produzir ficha de inspeção do revestimento cerâmico exterior em fase de utilização.

1.3. BASES DO TRABALHO PRODUZIDO

A presente dissertação teve como base os seguintes elementos:

- Bibliografia geral relacionada com o tema;
- Bibliografia técnica baseada em trabalhos anteriormente realizados em instituições universitárias nacionais e internacionais;
- Caderno de encargos da obra;
- Memórias descritivas de especialidades do projeto da obra;
- Documentos técnicos disponibilizados pelo ACE Opway – Engenharia, S.A./ Ferreira, S.A.;
- Conhecimentos adquiridos ao longo do estágio, transmitidos pelos intervenientes.

1.4. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação está estruturada nos sete capítulos que em seguida se descrevem de forma sintética:

- No 1º capítulo realiza-se um enquadramento temático, procurando justificar-se a escolha do tema, referir os objetivos a cumprir, e as ferramentas utilizadas na elaboração da dissertação.
- O 2º capítulo consta de uma revisão bibliográfica relativa ao tema em estudo. Esta pesquisa tem por base as exigências funcionais relativas a um revestimento cerâmico, sobretudo ao nível do enquadramento normativo associado aos atributos das peças cerâmicas e das colas utilizadas. Foi realizada uma pesquisa relativa à durabilidade geral das construções e dos seus produtos e expostas as patologias mais relevantes relacionadas com o tema.
- No 3º capítulo faz-se uma breve apresentação da empresa onde a autora estagiou, Opway – Engenharia, S.A. e a descrição da estrutura de gestão da obra em estudo. Apresenta-se a organização funcional da obra, o plano de trabalho geral seguido e as principais subempreitadas contratadas.
- No 4º capítulo pretende-se realizar o enquadramento do estudo no projeto/construção que lhe deu origem. É feita uma apresentação geral da obra, dando-se especial atenção à execução das contenções e fundações, devido ao seu grande nível de complexidade. A escolha de uma tarefa de acabamento foi

determinada pela fase em que a obra se encontrava quando a autora realizou o estágio como atrás melhor se explica.

- No 5º capítulo é apresentado o sistema e os materiais utilizados para a execução do revestimento cerâmico exterior. Foram estudadas as condições técnicas de preparação do suporte, os procedimentos adotados, e descritas as especificações de assentamento. São ainda apresentados: o controlo de qualidade; o planeamento e o controlo de prazos. Com base no capítulo 2, estima-se a vida útil do revestimento em estudo e retiram-se conclusões relativas à durabilidade do produto de construção - revestimento cerâmico. É apresentada uma ficha de manutenção – inspeção a utilizar no revestimento em estudo em fase de utilização.
- No 6º capítulo finaliza-se este trabalho com a apresentação das considerações finais do trabalho desenvolvido e uma sugestão de alguns desenvolvimentos futuros.

2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. PESQUISA NORMATIVA

2.1.1. INTRODUÇÃO

Na escolha do sistema de revestimento exterior a aplicar existem determinadas características a avaliar e a ter em consideração com o objetivo do dimensionamento correto dos vários componentes que constituem esse mesmo sistema, que são eles as peças cerâmicas, os elementos de fixação ao suporte e o material utilizado nas juntas.

Assim, podem definir-se exigências funcionais a satisfazer por um revestimento cerâmico exterior. Estas exigências devem ter tidas em conta ainda na fase de conceção e projeto do revestimento, de modo a promover uma melhoria ao nível da qualidade da construção (ver quadro 2.1.).

Quadro 2.1. - Exigências Funcionais de Revestimentos Cerâmicos de Paredes Exteriores [1, 2].

Exigências Funcionais de Revestimentos Cerâmicos Paredes Exteriores	
Exigências	Discriminação das Exigências
Resistência Mecânica e Estabilidade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peso próprio e sobrecargas decorrentes da sua utilização normal; ▪ Choques normais ou excecionais; ▪ Ações climáticas extremas – solicitações higrótérmicas, ação da neve, ação de pressão e depressão, vibração e abrasão provocadas pelo vento; ▪ Deformações impostas, de carácter estrutural ou de outra índole;
Segurança em caso de Incêndio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reação ao fogo dos revestimentos
Higiene, saúde e ambiente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Libertação ou emissão de radiações ou substâncias nocivas por parte dos seus componentes; ▪ Possibilidade de favorecerem o desenvolvimento ou fixação de poeiras e microrganismos; ▪ Contributo do revestimento para o controlo da humidade no interior das construções.
Segurança na utilização	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Choque; ▪ Queda de elementos cerâmicos.
Proteção contra o ruído	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Isolamento contra o Ruído;(*)

Exigências	Discriminação das Exigências
Economia de energia e isolamento térmico	<ul style="list-style-type: none"> Isolamento térmico da envolvente dos edifícios;(*) Tratamento de pontes Térmicas. (*)
Estanqueidade	<ul style="list-style-type: none"> Estanqueidade à água da chuva; Permeabilidade ao vapor de água; Absorção de água.
Compatibilidade com o suporte	<ul style="list-style-type: none"> Compatibilidade mecânica; Compatibilidade geométrica – planeza e regularidade superficial. Compatibilidade química
Conforto Visual	<ul style="list-style-type: none"> Superfícies planas, com juntas e arestas retas; Superfície sem defeitos, fissuras, destacamentos e regularidade; Homogeneidade de cor e brilho; Superfícies limpas e sem zonas de enodoamento.
Conforto Táctil	<ul style="list-style-type: none"> Não devem ser pegajosas, ter arestas ou outros aspetos que provoquem incómodo.
Durabilidade e adaptação à utilização normal	<ul style="list-style-type: none"> Desempenho satisfatório face às solicitações a que estão submetidos durante o seu período de vida; Resistência aos agentes climáticos; Resistência aos produtos químicos do ar

(*) – Integrado no conjunto da parede.

2.1.2. CERÂMICOS

As peças cerâmicas são constituídas por argila ou outros materiais de origem inorgânica e são usadas para revestir paredes ou pavimentos. Geralmente obtidas através de processos de extrusão ou prensagem à temperatura ambiente, podendo também ser moldadas por outros processos, em seguida secas e depois cozidas a temperaturas suficiente, de modo a permitirem obter as características desejadas[1, 3].

A Norma Europeia EN 14411 – “Ladrilhos cerâmicos. Definição, classificação, características e marcação” propõe a classificação dos cerâmicos de acordo com o seu processo de fabrico e da sua absorção de água [1, 4].

Quadro 2.2. – Classificação de revestimentos cerâmicos conforme o seu processo de fabrico e absorção de água (E) [1].

Processo de Fabrico	$E \leq 0,5 \%$	$0,5 \% \leq E \leq 3\%$	$3 \% \leq E \leq 6 \%$	$6\% \leq E \leq 10\%$	$E > 10 \%$
A Extrudido	-	Grupo AI Grés Extrudido	Grupo Alla Grés Extrudido Klinker Tijoleira Rustica	Grupo Allb Tijoleira Rustica Terracota	Grupo Alll Tijoleira Rústica
B Prensado a seco	Grupo BIa Pav. em Grés Klinker Porcelânico	Grupo BIb Pavimento em Grés Klinker Pavimento de bicozedura	Grupo BIIa Pav. monocozedura	Grupo BIIb Revestimento monocozedura	Grupo BIII Azulejo (Faiança)
C Outros processos (manuais)	-	-	Grupo CIIa Pav. Rústico	Grupo CIIb Pav. Rústico	Grupo CIII Azulejo Pav. Rústico

No processo de fabrico por extrusão (A), a pasta é conformada em estado plástico numa extrusora e a barra obtida cortada nas dimensões pretendidas, enquanto que na prensagem a seco (B) as peças cerâmicas são formadas a partir de uma mistura de pó finamente moída e conformada em moldes a altas pressões [1].

Os processos classificados por C no quadro 2.2. são processos de fabrico diferentes dos comuns, ou seja, diferentes de A e B.

A absorção de água (E) pode ser definida como a percentagem de água absorvida pela peça cerâmica e é medida segundo a norma EN ISO 10545 – 3. A absorção de água é associada à porosidade dos cerâmicos.

As peças cerâmicas podem ainda ser definidas como vidradas ou não. O vitrado consiste num revestimento superficial vitrificado que é impermeável.

As características mais relevantes de um cerâmico alteram-se, consoante o local de aplicação e o uso a que esse mesmo local se destina. Assim, estas peças podem ser aplicadas em pavimentos, paredes, terraços, coberturas e no interior ou no exterior dos edifícios [1].

É fundamental considerar as características mais importantes, consoante a aplicação a que o cerâmico se destina e que deverão ser determinadas de forma a justificar a sua escolha.

Relativamente a aplicações exteriores, as características mais importantes são [1]:

- Resistência ao gelo;
- Expansão por humidade;
- Dilatação térmica linear.

No caso de apresentarem superfície vidrada e de apresentarem uma cor uniforme, é importante conhecer a sua resistência à fendilhagem e à alteração de cor.

Segundo a norma EN 14411, com vista à sua aplicação os cerâmicos devem possuir determinadas características, exigidas pela norma EN ISO 10545. No quadro 2.3. estão indicadas as propriedades relevantes para revestimentos exteriores.

Quadro 2.3. – Características exigidas para diferentes aplicações no exterior.[1]

Revestimentos Exteriores	Características	Norma
	Dilatação Térmica	ISO 10545 - 8
	Resistência ao choque térmico	ISO 10545 - 9
	Resistência à fendilhagem	ISO 10545 - 11
	Resistência ao gelo	ISO 10545 - 12
	Expansão por humidade	ISO 10545 - 10
	Pequenas diferenças de cor	ISO 10545 - 16
	Resistência às manchas	ISO 10545 - 14
	Resistência a ácidos e bases	ISO 10545 - 13

2.1.3. COLAS/ ARGAMASSAS DE COLAGEM

Atualmente existem colas que possuem propriedades específicas para cada necessidade de aplicação, dependendo do sistema que se vai utilizar.

O Manual de Aplicação de Revestimentos Cerâmicos [1] define colar como provocar a adesão entre dois corpos distintos que se mantêm unidos por forças coesivas de origem molecular.

Os produtos de colagem que se utilizam na fixação de peças cerâmicas estão divididos segundo a norma EN 12004:2008 – “Colas para Ladrilhos: requisitos, avaliação da conformidade, classificação e designação”, nos três seguintes tipos:

- Cimentos – Cola - C;
- Colas de dispersão aquosa - D;
- Colas de resinas de reação - R;

A norma classifica ainda os tipos de adesivos em diferentes classes e com diferentes características:

Quadro 2.4. – Classificação de colas em classes e tendo em conta as suas características

Classificação	Descrição
1	Colas Normais
2	Colas Melhoradas
F	Cola de Presa Rápida
T	Cola Resistente ao Escorregamento
E	Cola com Tempo de Abertura Alargada
S1	Cola Deformável
S2	Cola Altamente Deformável

Cada tipo de cola pode possuir uma ou duas classificações e diferentes características, conforme a sua performance como se pode ver no quadro 2.5.

Quadro 2.5. – Classificação de colas [5].

Tipo	Classificação	Características	Descrição
C	1		Cola normal
C	1	F	Cola de presa rápida
C	1	T	Cola resistente ao escorregamento
C	1	FT	Cola de presa rápida resistente ao escorregamento
C	2		Cola Melhorada
C	2	E	Cola melhorada e com tempo de abertura elevado
C	2	F	Cola de presa rápida com propriedades melhoradas
C	2	T	Cola melhorada e resistente ao escorregamento
C	2	TE	Cola melhorada resistente ao escorregamento e com tempo aberto elevado
C	2	FT	Cola melhorada de presa rápida e resistente ao escorregamento

Tipo	Classificação	Características	Descrição
D	1		Cola em dispersão aquosa
D	1	T	Cola em dispersão aquosa resistente ao escorregamento
D	2		Cola em dispersão aquosa com propriedades melhoradas
D	2	T	Cola em dispersão aquosa melhorada resistente ao escorregamento
D	2	TE	Cola em dispersão aquosa melhorada resistente ao escorregamento e com tempo de abertura elevado
R	1		Cola de resinas de reação
R	1	T	Cola de resinas de reação resistente ao escorregamento
R	2		Cola de resinas de reação com propriedades melhoradas
R	2	T	Cola de resinas de reação melhorada e resistente ao escorregamento

Relativamente à forma de aplicação da cola, esta pode ser efetuada através de colagem simples ou dupla. No primeiro método, a cola é apenas aplicada sobre o suporte, enquanto que no processo de colagem dupla aplica-se cola sobre o suporte e no tardo das peças.

Durante a aplicação deve-se ter em particular atenção as condições meteorológicas. No exterior é recomendado o uso de cimentos-cola ou argamassa/cola com maior tempo de abertura e devem ser distinguidos os tempos de abertura para fachadas que se encontram expostas ao sol, à sombra ou a uma forte ação do vento.

2.2. PROCESSOS DE APLICAÇÃO

Na execução de um sistema constituído por revestimento cerâmico colado no exterior a sua aplicação pode ser dividida em cinco fases principais:

1. Preparação do suporte;
2. Aplicação do material de assentamento;
3. Assentamento das peças cerâmicas;
4. Preenchimento das juntas;
5. Limpeza Final,

O suporte deve satisfazer as exigências descritas no quadro 2.6. A limpeza/decapagem do suporte com o objetivo de remover imperfeições e retirar restos de óleos, poeira ou produtos utilizados na construção deve ser efetuada com recurso a jatos de água de alta pressão, picagem ou jacto abrasivo de areia.

Quadro 2.6. – Condições a satisfazer pelos paramentos no momento da colagem [6].

Características	Tipo de suporte	Exigências	Observações
Planeza	Alvenaria Rebocada ou betão com acabamento de superfície colada	<ul style="list-style-type: none"> Planeza geral: Desvios ≤ 5 mm, avaliadas sobre régua de 2 m; Planeza localizada: desvios ≤ 2 mm avaliados sobre régua de 0,2 m. 	-
	Betão com acabamento de superfície corrente	<ul style="list-style-type: none"> Planeza geral: Desvios ≤ 7 mm, avaliados sobre régua de 2 m; Planeza localizada desvios ≤ 2 mm, avaliados sobre a régua de 0,20 m. 	Desvios de planeza compatíveis apenas com colas espessas de endurecimento hidráulico.
Estado de Limpeza	Qualquer	A superfície dos suportes deve ser coesa e estar isenta de produtos que possam prejudicar a aderência.	-
Idade – período mínimo de tempo que deve decorrer entre a conclusão da execução do suporte e o início dos trabalhos de assentamento	Alvenaria Rebocada	≥ 3 semanas	Em paramentos interiores de paredes, o período de espera pode ser reduzido para um mínimo de 48 horas, exceto no caso das colas de ligantes orgânicos, que terá de ser sempre ≥ 3 semanas.
	Betão	≥ 2 meses	-

2.3. DURABILIDADE DE EDIFÍCIOS

Durabilidade da construção pode ser definida como a capacidade das construções para satisfazer as exigências de desempenho e os requisitos básicos estabelecidos num determinado intervalo de tempo [7]. Na norma ISO 15686 -1 define-se durabilidade como a capacidade de uma construção ou de qualquer um dos seus componentes para manter as suas funções durante um determinado período de tempo sob as condições previstas [8, 9].

Os revestimentos cerâmicos devem apresentar um desempenho satisfatório durante o seu período de vida útil recorrendo a uma manutenção adequada [1].

No estudo da durabilidade, é necessário também ter em atenção o ponto de vista económico, ou seja, ter em consideração os seguintes aspetos [1]:

- Os custos de conceção, construção e utilização;
- Custos decorrentes da não utilização;
- Riscos e consequências de uma falha do sistema de revestimento durante o período de vida útil;

- Renovações parciais previstas;
- Custos de inspeções, manutenções e reparações do sistema;
- Custos de exploração e de gestão;
- Desmontagem e demolição;
- Poluição e reciclagem.

Os revestimentos cerâmicos exteriores estão principalmente sujeitos às seguintes solicitações [1]:

- Solicitações higrotérmicas – temperatura, humidade, vento, chuva e gelo;
- Ação de água e produtos químicos agressivos;
- Choques;
- Poluição, poeiras e microrganismos.

É possível, através da durabilidade esperada para os edifícios, estimar durabilidade prevista para os seus revestimentos. No Quadro 2.7. atribui-se uma vida útil ao projeto, consoante o género de construção em causa e o uso a que se destina.

Quadro 2.7. – Vida útil de projeto de Edifícios [10]

Categorias	Vida útil de Projeto	Exemplos
Temporários	Menos de 10 anos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Construção não permanente ▪ Construções para exposições temporárias
Duração Média	25 a 49 anos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Edifícios industriais; ▪ Construções para estacionamento.
Longa Duração	50 a 99 anos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Edifícios habitacionais, comerciais e de serviços; ▪ Edifícios hospitalares e educacionais;
Permanentes	Duração mínima de 100 anos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Monumentos e edifícios que pertençam ao património nacional, museus, arquivos, edifícios emblemáticos, etc.

Por análise do quadro 2.8. e tendo em conta a durabilidade da construção, é possível conhecer a durabilidade pretendida para os produtos de construção, como os seus revestimentos. A categoria em que os revestimentos se encontram, ou seja, se são reparáveis ou facilmente substituíveis, substituíveis com algum esforço ou se a sua durabilidade deve ser igual à durabilidade da construção, é um fator a ser avaliado de forma cuidada.

Quadro 2.8. – Relação entre a durabilidade dos produtos de construção e a durabilidade das construções (adaptada EOTA 1999) [11]

Durabilidade das Construções		Durabilidade dos Produtos de Construção		
Categoria	Anos	Categoria		
		Reparável ou facilmente substituível	Reparável ou substituído com algum esforço	Durabilidade igual à durabilidade da construção *1
Pequena	10	10	10	10
Média	25	10	25	25
Normal	50	10	25	50
Longa	100	10	25	100

*1 – Quando não reparáveis ou substituíveis facilmente ou com algum esforço.

As conclusões retiradas dos quadros 2.7. e 2.8. apresentam-se mais como metas a cumprir quer pelo edifício como, neste caso, pelo revestimento. A durabilidade apresentada é a durabilidade razoável prevista para as construções que deve servir como base na escolha das materiais e processos. Os quadros a cima não têm em consideração as características do projeto, logo a sua avaliação da durabilidade serve apenas como uma linha orientadora na durabilidade que se pretende.

A norma ISO 15686 – 1 (Building and construction assets - service life planning. Part 1 – General principles and framework) apresenta um método determinístico, o método factorial, que permite estimar a vida útil de um determinado produto de construção sob determinadas condições. A aplicação deste método permite, conhecendo a duração de vida útil prevista ou de referência, a sua correção através da multiplicação por vários fatores modificadores que têm em consideração características determinantes para a durabilidade obtendo uma duração de vida útil estimada [8].

Os fatores presentes na norma são os seguintes:

- Fator A – Qualidade do material ou componente;
- Fator B – Nível de qualidade do projeto;
- Fator C – Nível de qualidade de execução;
- Fator D – Características do ambiente interior;
- Fator E – Características do ambiente exterior;
- Fator F – Características de uso;
- Fator G – Nível de manutenção.

A fórmula que permite estimar a vida útil de um determinado produto de construção é a seguinte:

$$VUE = VUR \times f_a \times f_b \times f_c \times f_d \times f_e \times f_f \times f_g \quad (2.1.)$$

O significado das variáveis presentes na equação é:

- VUE – Vida útil estimada;
- VUR – Vida útil de referência;
- f a – f g - Fatores modificadores.

No Seminário sobre Colagem de Cerâmicos [12] apresentou-se uma adaptação do método fatorial para o caso específico dos revestimentos cerâmicos colados. No qual a formula utilizada é a seguinte:

$$VUE = VUR \times A1 \times A2 \times A3 \times B1 \times B2 \times B3 \times C1 \times E1 \times E2 \times E3 \times E4 \times G1 \times G2 \quad (2.2.)$$

Onde os fatores apresentados são:

- A1 – Acabamento do cerâmico – vidrado ou não vidrado;
- A2 – Cor do cerâmico;
- A3 – Dimensões;
- B1 – Condição do substrato;
- B2 – Juntas periféricas;
- B3 – Proteção periférica do cerâmico;
- C1 – Nível de execução;
- E1 – orientação da fachada;
- E2 – Ação do vento/chuva;
- E3 – Proximidade ao mar;
- E4 – Humidade;
- G1 – Existência de manutenção;
- G2 – Facilidade de inspeção.

Como é visível os fatores modificadores apresentados na formula (2.2.) estão diretamente relacionados com os de (2.1.). No quadro 2.9. identifica-se o valor a utilizar em cada fator de forma a efetuar o cálculo da vida útil estimada.

Quadro 2.9. – Valor dos fatores a utilizar adaptado de [12].

Fatores	Sub-fatores	Valor a utilizar	Fatores	Sub-fatores	Valor a utilizar
A1 - Acabamento do cerâmico	Vidrado	1,050	E1 - Orientação da Fachada	Norte	0,950
	Não vidrado	0,850		Sul	1,000
A2 - Cor do cerâmico	Clara	1,000		Este	1,050
	Escuras	1,000		Oeste	1,050
	Branco	1,025	E2 - Ação vento/chuva	Baixa	1,125
A3 - Dimensão	L < 20 cm	1,000		Moderada	1,000
	L > 20 cm	0,800		Severa	0,975
B1 - Condição do Substrato	Alvenaria	1,000	E3 - Proximidade com o mar	< 1 km	0,925
	Betão	1,000		>1 e < 5 km	0,950
B2 - Juntas periféricas	Sim	1,025		> 5 km	1,050
	Não	1,000	E4 - Exposição à humidade	Alta	0,900
B3 - Proteção periférica	Sim	1,000		Baixa	1,050
	Não	1,000	G1 - Regularidade de manutenção	Sim	1,350
C1 - Nível de execução	Adequado	1,000		Não	1,000
	Não adequado	0,500	G2 - Facilidade de Inspeção	Corrente	1,000
				Desfavorável	0,950

Através da análise de 195 casos e tendo em conta vários parâmetros, considerou-se a vida útil de referência para revestimentos cerâmicos exteriores é igual a 51 anos [12].

A determinação da durabilidade de um revestimento exterior irá permitir o planeamento de ações de manutenção de forma a permitir que este desempenhe as suas funções durante a vida útil espetável. Estas

ações podem ser definidas como operações de limpeza, lavagem, reparações e mesmo substituição pontual caso seja necessário.

Consideram-se correntes ou normais as operações de manutenção que ocorram pela primeira vez após um período mínimo de 10 anos após a entrada em serviço e cujo período entre intervenções seja superior a 5 anos [13]. Os intervalos de tempo, considerados no planeamento de ações de manutenção, irão depender tanto do sistema em causa como do meio no qual o sistema está inserido.

2.4. PATOLOGIAS EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS EXTERIORES

Define-se patologias como situações nas quais, em dado momento da vida útil, neste caso, os revestimentos deixam de cumprir com o desempenho esperado, não cumprindo as suas funções de projeto [9].

As patologias nos revestimentos cerâmicos exteriores colados sobre o suporte podem ter origem na fase de projeto, devido à escolha de materiais incompatíveis com o uso do edifício ou, quando são desconsideradas as interações do material com outras partes do edifício, em fase de execução devido a um deficiente assentamento, à falta de mão-de-obra especializada e a um deficiente controlo por parte dos responsáveis pela obra e, em fase de utilização, devido às ações a que se encontram sujeitos [14].

As patologias mais correntes em revestimentos exteriores cerâmicos colados sobre o suporte são o descolamento e a fendilhação. Os revestimentos exteriores estão sujeitos a mais solicitações tanto a nível mecânico como climático. Esta situação é agravada em situações de uso exterior ou quando as áreas de aplicação são mais extensas.

Existem outras patologias que podem afetar o desempenho dos revestimentos, quer devido à sua segurança de utilização, como à falta de aderência, quer devido ao aspeto estético como o enodoamento, a eflorescência, alteração de cor, etc. [1].

▪ Descolamento

É caracterizado pela perda de aderência das peças cerâmicas e ocorre quando as tensões instaladas no revestimento ultrapassam a capacidade de aderência entre essas peças e a argamassa colante [15].

Quando ocorre de forma isolada – descolamentos pontuais - pode ser atribuído a deficiências na aplicação ou no suporte. A entrada pontual de água para o suporte ou zonas de remate pode originar descolamentos. As expansões e contrações dos materiais resultantes da variação de temperaturas e da humidade devem ocorrer de forma igual ao longo de todo o sistema. Quando isto não acontece pode ocorrer o descolamento localizado de peças cerâmicas [9].

No caso de ocorrerem descolamentos pontuais com padrão repetitivo, está patologia esta frequentemente associada ao uso de argamassas/colas fora do seu tempo de abertura, que resultam de amassaduras ou misturas que não são compatíveis com a capacidade de aplicação, ou por vezes relacionados com a geometria da parede ou com uma maior dificuldade na execução [1].

Os descolamentos generalizados, podem ocorrer com ou sem empolamento prévio, são usualmente associados à elevada expansão irreversível dos cerâmicos não compensada por juntas estruturais ou de assentamento, à deficiência do material utilizado na colagem (falta de qualidade, inadequação à aplicação ou má aplicação), a erros de aplicação sistemáticos ou à incompatibilidade do sistema [1]. O descolamento pode ter como causas, também, os movimentos diferenciais do suporte, uma aderência insuficiente entre as camadas do sistema, a falta de juntas no contorno do revestimento, entre outras.

É necessário garantir a estanqueidade do revestimento, a entrada de água das chuvas cria tensões que podem também provocar o descolamento progressivo e generalizado do revestimento com risco de infiltração para o interior.

O descolamento explosivo é um caso particular de rotura que ocorre devido a deformações diferenciais entre o revestimento cerâmico e o suporte. Esta rotura resulta da instalação de tensões de compressão nas peças cerâmicas. Estas tensões instalam-se devido à restrição de dilatação dos cerâmicos ou de retração dos restantes elementos do sistema [16].

Relativamente à ocorrência desta patologia devido a erros na execução do revestimento as causas mais comuns são: a ausência de colagem dupla; deficiente limpeza das interfaces de colagem; deficiente coesão do suporte ou dimensões e características do cerâmico inadequadas ao suporte [16].

É necessário ter em conta que o descolamento levanta questões relacionadas com a segurança dos utilizadores devido à possibilidade de queda, sendo assim considerada a patologia mais prejudicial.

▪ **Fissuração/Fendilhação**

Ocorre devido à perda de integridade da superfície das peças cerâmicas. Esta patologia pode influenciar apenas o efeito estético e o vidrado superficial - fissuras inferiores a 1 mm, ou provocar a rotura e o destacamento das peças -fissuras superiores a 1 mm. Este destacamento dá-se quando existe rutura do cerâmico, provocada por esforços mecânicos que originam a separação das peças cerâmicas [2].

A fendilhação dos revestimentos cerâmicos está normalmente associada a movimentos do suporte, podendo ocorrer ou não a fissuração do próprio suporte, quando estes são incompatíveis com a resistência à tração das peças cerâmicas ou com elasticidade do material de colagem, entre outras.

A origem da fendilhação do revestimento está associada a diversos fatores como [1]:

- Variações de temperatura;
- Movimentos do suporte;
- Contração e expansão do produto de assentamento;
- Choque;
- Rotura por flexão em peças mal assentes.

O que determina na maioria dos casos, se o revestimento fendilha ou descola, quando ocorrem movimentos no suporte, é a resistência ao corte do produto de colagem, quando a sua aderência é baixa provoca o descolamento quando é elevada origina a fendilhação.

Esta patologia, associada a movimentos do suporte, não permite retirar conclusões acerca da má execução do sistema, se o revestimento é frágil ou se os movimentos são demasiado grandes. Permite concluir que os dois sistemas, suporte e revestimento, têm deformações e capacidade de deformação incompatíveis entre si [1].

A existência de fissuras em revestimentos claros leva a acumulação de sujidades que degradam o aspeto do revestimento.

▪ **Alteração da cor**

Manifesta-se superficialmente, afetando apenas o efeito estético, provoca o escurecimento ou clareamento, alterando a cor original das peças cerâmicas. Esta patologia pode ocorrer devido a inúmeras causas, sendo a principal devido ao ataque químico – derramamento ou utilização de produtos de limpeza agressivos e/ou inadequados, podendo apresentar-se de forma pontual ou generalizada [9]. Pode também resultar de

infiltrações de água contendo elementos corantes orgânicos ou da deposição de sais de cálcio no vidrado [16].

▪ **Eflorescências**

Reflete-se no aparecimento de escorridos de sais de cor branca entre as juntas das peças ou na formação de uma camada esbranquiçada na superfície do revestimento. Resulta de uma secagem lenta de águas que contêm sais no interior do material cerâmico. Esta lenta secagem provoca a precipitação na superfície por evaporação criando eflorescências brancas [9, 16].

▪ **Enodoamento**

Manifesta-se através de manchas de produtos enodoantes na face do revestimento cerâmico que provocam a alteração da cor das peças cerâmicas. As suas causas devem-se principalmente à existência de pequenas imperfeições que propiciam a acumulação de sujidade na face dos cerâmicos ou ao desgaste excessivo da superfície da peça originando a abertura dos poros e consequente retenção de sujidade [1]. O ataque químico devido ao derramamento ou utilização de produtos com características agressivas, como por exemplo, líquidos ácidos ou líquidos oleosos, é mais comum em peças não vidradas, sendo também uma das possíveis causas desta patologia

No quadro seguinte apresentam-se outras patologias, que também podem ocorrerem em revestimentos cerâmicos exteriores em fase de utilização.

Quadro 2.10. – Patologias em revestimentos cerâmicos exteriores adaptado de [1].

Patologia	Causas
Desprendimento/Descamação e Fendas do vidrado	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Escolha não adequada dos cerâmicos – não teve em conta necessidades funcionais e/ou condições climatéricas; ▪ Qualidade fraca do revestimento cerâmico.
Deficiências de planeza	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Irregularidade da superfície do suporte visível depois do assentamento do revestimento; ▪ Empeno das peças cerâmicas; ▪ Não cumprimento das regras de qualidade sobre planeza; ▪ Erros de aplicação.
Escorregamento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O desgaste provoca a eliminação da rugosidade superficial que garantia o não escorregamento; ▪ Humedecimento das peças cerâmicas.
Riscagem ou desgaste dos cerâmicos	Desgaste ou riscagem profundo com desaparecimento do vidrado das peças resultante da escolha inadequada dos cerâmicos em função das necessidades funcionais e ações a que se encontra sujeito.

Como já referido, muitas patologias ocorrem devido à rotura da ligação ao suporte. Esta ligação pode ser de quatro tipos originando quatro tipos de rotura:

- Rotura adesiva na interface cerâmico - cola;
- Rotura coesiva da cola;
- Rotura adesiva na interface cola - suporte;
- Rotura coesiva do suporte;

As principais causas que originam estas roturas são respetivamente: aplicação fora do tempo de abertura da cola; utilização prematura do revestimento; suporte não limpo ou demasiado quente ou seco no momento de aplicação da cola; suporte não apresenta a condições para receber um revestimento [1].

3

ESTRUTURA DE GESTÃO DA OBRA

3.1. INTRODUÇÃO

Apresenta-se no seguinte capítulo numa primeira parte, o Grupo Opway – OPWAY SGPS,S.A. no qual a construtora OPWAY Engenharia, S.A. se encontra inserida. Apresentam-se os dados e informações considerados mais relevantes. Para o seu desenvolvimento foi necessário a pesquisa de informação corporativa e a pesquisa bibliografia a partir de artigos nacionais presentes em jornais conceituados e recorrendo ao motor de pesquisa Google.

Numa segunda parte do capítulo apresenta-se a estrutura de gestão da Obra e os aspetos de caracter geral ligados ao funcionamento da obra.

3.2. A OPWAY HOJE

3.2.1. HISTÓRIA DA EMPRESA E AS SUAS ORIGENS

O Grupo Opway surge no início do ano 2008 como resultado de uma fusão entre duas empresas portuguesas bastante conceituadas: a OPCA – Obras Públicas e Cimento Armado, S.A. e a SOPOL – Sociedade Geral de Construções e Obras Públicas, S.A. [17].

A OPCA foi fundada em 1932. Era uma empresa com bastante importância no sector da construção civil e obras públicas em Portugal. Por volta dos anos 80, a OPCA começou a marcar presença praticamente em todas as áreas do sector da construção em Portugal. Simultaneamente iniciou a expansão para os mercados internacionais de Angola, Moçambique e Macau, procurando, desta forma, evoluir e tornar-se uma empresa mais competitiva. A OPCA é responsável pela construção de várias obras consideradas emblemáticas ao longo do país como, a título de exemplo, os Hospitais da Universidade de Coimbra, a Marina de Vilamoura, a Estação Ferroviária da Amadora, a Ampliação no Aeroporto do Funchal e a A5 – Autoestrada Costa do Estoril, entre muitas outras [17].

A OPCA realizou algumas aquisições internas após 2005, nomeadamente a Pavicentro – Pré-Fabricações, S.A. e a Aleluia Cerâmicas, S.A.. Neste processo adquiriu também a construtora espanhola Sarrión, consolidando desta forma a sua internacionalização [17].

Por sua vez, a empresa SOPOL foi fundada no ano de 1959. O seu sector de negócios na construção civil e obras públicas abrangia variadas e diferentes áreas, desde pontes e viadutos a estações de tratamento de águas residuais, como também terraplenagens, vias de comunicação, aproveitamentos hidroeléctricos, edifícios e unidades industriais. A empresa conta no seu currículo com a construção de obras emblemáticas como por exemplo a barragem de Carrapatelo, no Douro, e o viaduto Norte de acesso à ponte 25 de Abril sobre o rio Tejo [17].

Em 1966 o Grupo A. Silva e Silva, S.A. assumiu um capital maioritário na SOPOL. Em 1999 foi feita uma parceria com a empresa de construção espanhola Dragados, Obras y Projectos, S.A., com vista a uma maior presença no mercado da construção português e também nos países de língua portuguesa. A Dragados, Obras y Projectos, S.A. ficou a deter 45% da SOPOL até ao fim desta parceria, no ano 2006. A SOPOL, entretanto, fez a aquisição da empresa de geotecnia GEOSOC, que pertencia ao Grupo A. Silva e Silva, melhorando desta forma a sua capacidade nesta área [17].

É neste panorama que nasce em 2008 uma nova empresa, a OPWAY, com a meta de atingir a liderança do mercado e um volume de negócios de 1,000 milhões de euros até 2011, ou seja, a duplicação face à faturação de 2007 que foi de cerca de 535 milhões de euros [18]. As suas áreas de atividade são a Imobiliária, a Construção, a Cerâmica, a Indústria e as Concessões [18]. O capital da OPWAY é detido em 20% pelo seu presidente Filipe Soares Franco, sendo que os restantes 80% pertencem à Espírito Santo Resources [19].

3.2.2. O GRUPO OPWAY HOJE – MERCADO E ÁREAS DE NEGÓCIO

A OPWAY SGPS (Sociedade Gestora de Participações Sociais) tem, atualmente, como presidente do conselho de administração João Carlos Pellon Parreira Rodrigues Pena. O Grupo é dividido em 3 grandes áreas: construções, a indústria e as concessões (ver figura 2.1.). Está também presente no sector imobiliário através da OPWAY Imobiliária, a qual resultou da agregação de investimentos imobiliários do sector de construção e serviços, atuando na área residencial e não residencial. Esta área apresenta um reduzido volume de negócios no universo OPWAY [20].

A OPWAY Engenharia, S.A. tem uma forte posição no mercado da construção em Portugal tendo participado na realização de várias obras e infraestruturas emblemáticas. Apresenta-se como uma empresa de engenharia global, ou seja, apresenta competências nas mais diversas áreas. O seu mercado principal é em Portugal, tendo uma participação na empresa nacional de construção ferroviária PROMORAIL. Está também presente nos mercados internacionais através de participações na Construtora Sarrión em Espanha, na OPWAY Angola, na OPWAY Congo, na OPWAY Moçambique, na GPC na Argélia e na OPWAY Colômbia [17, 20].

A OPWAY Indústria participa no Grupo Pavicentro que integra a nível nacional a empresa Pavicentro – Pré-fabricação, S.A., a Pontave – Construções, S.A. e a Pavilis – Pré-fabricação, S.A..

A OPWAY Industria está também presente no mercado internacional através de uma participação na empresa Pavi do Brasil - Pré-Fabricação, Tecnologias e Serviços, Lda. [17]. Apostou também no sector no ambiente, possuindo uma participação no Recigroup - Indústrias Reciclagem, SGPS, S.A. que é responsável pela reciclagem de pneus através da empresa ReciPneu, S.A. e de pavimentos através da ReciPav, S.A.. Dentro deste sector, o Grupo OPWAY criou ainda a OPWAY Novas Tecnologias que atua no desenvolvimento de soluções pré-fabricadas para a construção de habitações, hotéis e hospitais [20].

Por último, integra o sector das concessões com a OPWAY Concessões a qual participa, fazendo parte dos acionistas, na Ascendi, empresa responsável pelo projeto, financiamento, construção, manutenção e exploração de diversas autoestradas portuguesas. Tem concessões ainda na ES Concessões, MTS – Metro Transportes do Sul, na Autovia Los Llanos e na Madrid 407.

Na figura 3.1. é possível visualizar um organograma da OPWAY SGPS,S.A..

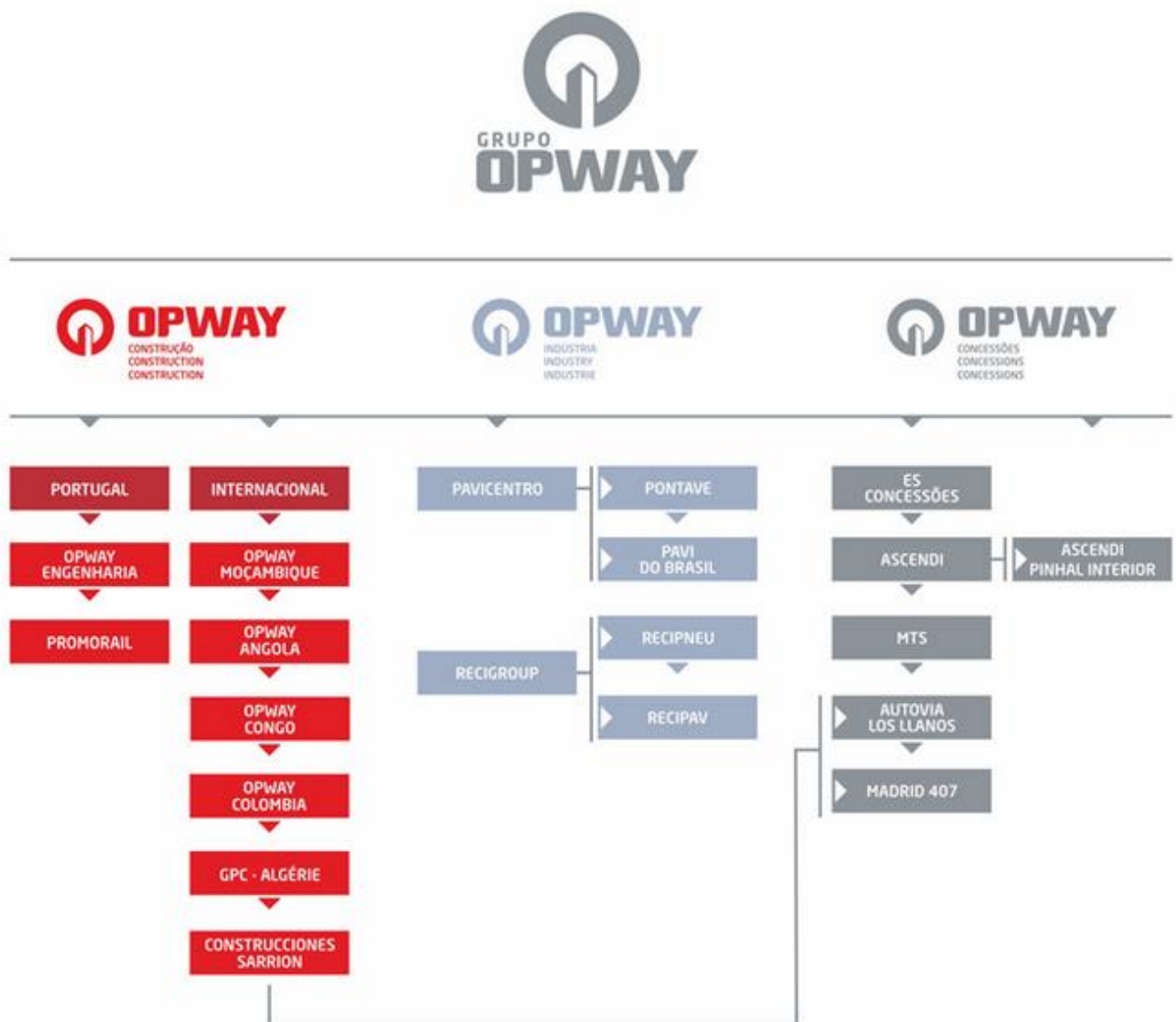
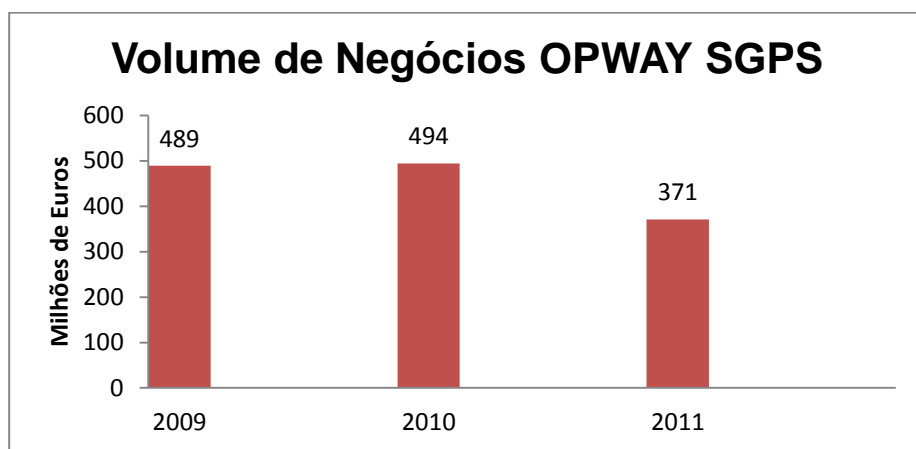


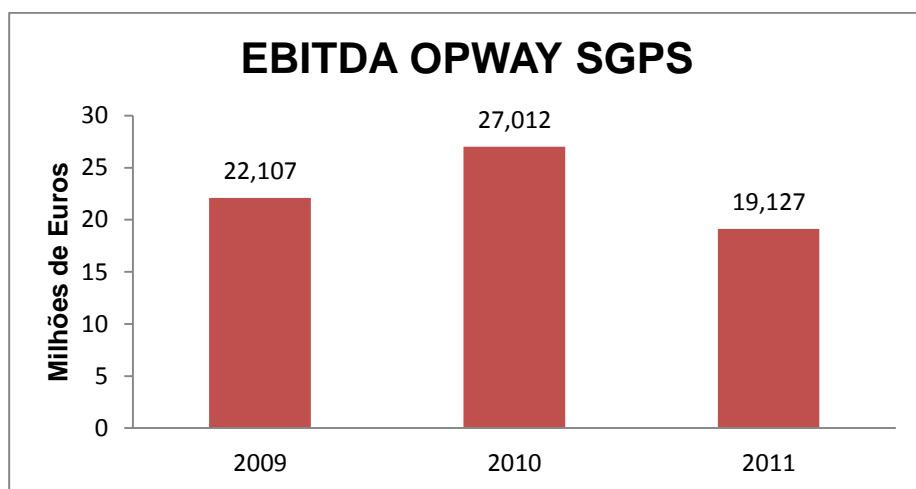
Figura 3.1. – Organograma do Grupo OPWAY [17]

Devido à profunda crise do mercado, e tendo em conta a realidade nacional que se vive com especial ênfase para o sector da construção em Portugal, não é de admirar que o marco esperado aquando da criação da OPWAY SGPS, S.A. de atingir um volume de negócios na ordem dos 1000 milhões de euros não foi alcançado, como se demonstra no quadro 3.1. que contém dados retirados do Relatório de Gestão referente ao ano 2010 e de informações divulgadas pelo Grupo (não existem informações públicas mais recentes). Em 2011 e pelo nono ano consecutivo, o Sector da Construção em Portugal teve um decréscimo que se estima estar na ordem dos 6,5% e representando uma redução de cerca de 35% desde 2002, neste sector. A situação nacional reflete-se também na diminuição do volume de negócios do Grupo OPWAY. Apresenta-se no quadro 3.2. a informação relativa ao EBITDA (Earnings before interests, taxes, depreciation and amortization) que é um indicador financeiro na análise financeira de uma empresa e demonstra a sua eficiência em termos de desempenho económico-financeiro [21].

Quadro 3.1. - Volume de Negócios do Grupo OPWAY [21] [17]



Quadro 3.2. – EBITDA do Grupo OPWAY [17, 21]



3.2.3. A OPWAY ENGENHARIA, S.A.

Dá-se especial relevância à OPWAY – Engenharia, S.A., uma vez que é à área das construções que se aplica o presente documento.

A OPWAY – Engenharia tem como principais áreas de atuação as obras públicas e a construção civil, atuando e possuindo competências nas seguintes áreas da construção: vias de comunicação, obras marítimas, obras subterrâneas, obras hidráulicas, estações de tratamento de água residual e efluentes, recuperação de monumentos, túneis e escavações, construção civil, urbanística, indústria, telecomunicações, gás e eletricidade, entre outras. A empresa é responsável pela execução de projetos, construção e possível manutenção de várias obras de grande magnitude e importância em Portugal como a que se estuda nesta dissertação – o terminal de passageiros de Leixões, entre muitas outras, como a título de exemplo, o Aproveitamento Hidroelétrico de Ribeirado, em Ermida, Instalações da Polícia Judiciária, em Lisboa, várias construções do parque escolar nacional, a empreitada no Fórum de Sintra e a empreitada da primeira fase do Data Center da PT, na Covilhã, na qual inclusive recebeu, em conjunto com a Somague, o Premio sustentabilidade 2013 dos Prémios Construir [17, 22].

Também, internacionalmente, as suas participadas distinguem-se na construção e projeto de grandes obras públicas e construção civil, como é o caso da Ponte sobre o rio Tete e a reabilitação da estrada N211 na Província de Gaza, em Moçambique, a reserva fundiária do Sume e a fábrica do Peixe em Quincombo, em Angola, e a linha de alta velocidade Madrid - Astúrias e a Autovia del sur Cordoba em Espanha, entre diversas outras.

A empresa construtora tem uma posição fortemente consolidada no mercado português, encontrando-se em 124º lugar no ranking de 2012 das maiores empresas portuguesas segundo o Diário Económico [23]. Procura seguir o caminho da inovação e modernização de forma a melhorar as suas qualidades, a aumentar a sua competitividade e diminuir desperdícios e redundâncias.

A sua estrutura corporativa é presidida pelo gestor Almerindo da Silva Marques e é atualmente composta por cerca de 251 colaboradores, tendo havido uma redução drástica quando comparados com os 828 existentes em 2010 [24].

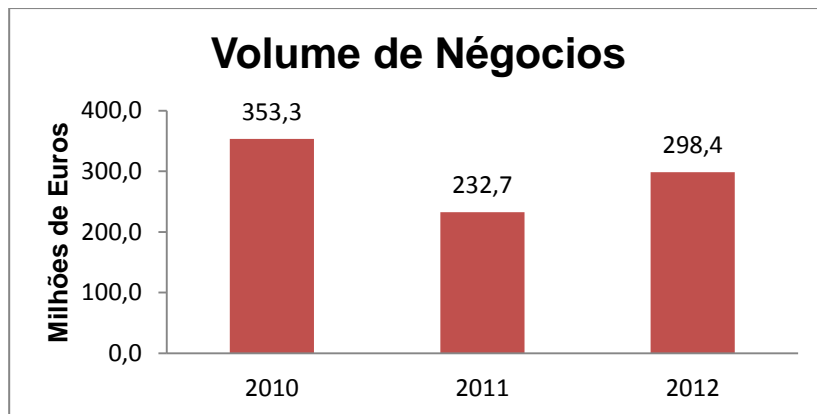
Do ponto de vista financeiro, o mercado português é a origem de cerca de 95% das receitas relativas ao ano 2012 como se constata no relatório financeira da OPWAY – Engenharia, S.A. do mesmo ano e ver figura 3.2..



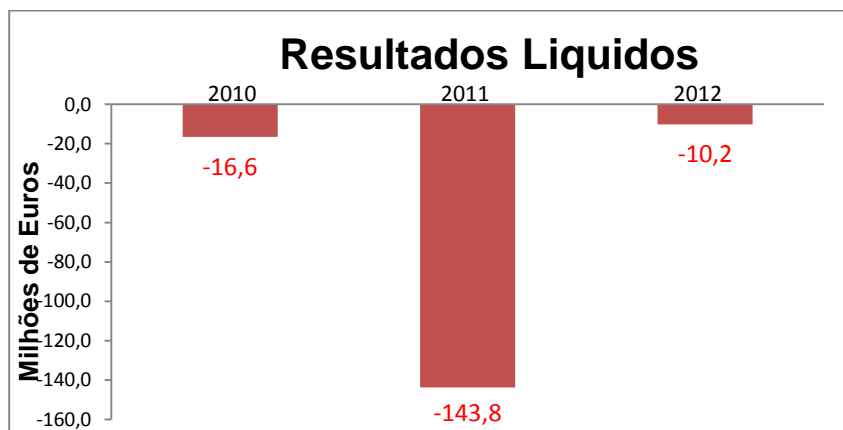
Figura 3.2. – Distribuição das receitas referentes ao ano 2012 [25].

O volume de faturação relativo a vendas e prestação de serviços apresentou uma subida em relação a 2011 de mais de 25 %, como se vê no quadro 3.3. Este facto, apesar de à partida bastante positivo, dado o panorama nacional, nada significa sem a análise das despesas e dos lucros ou prejuízos que se apresentam respectivamente nos quadros 3.4. e 3.5., através das quais se pode concluir que, apesar de ainda se encontrar em prejuízo, houve uma melhoria acentuada em 2012 face a 2011, tendo havido também aumento nas despesas, podendo significar o fim do período de recessão na empresa [25].

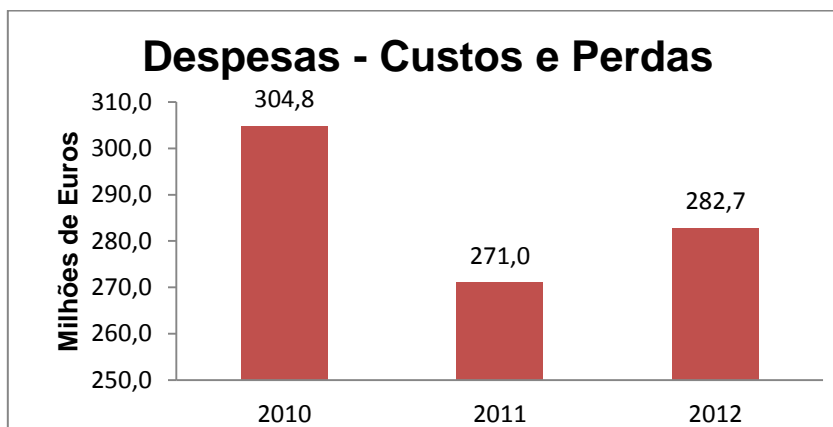
Quadro 3.3. – Volume de negócios OPWAY [25].



Quadro 3.4. – Resultados Líquidos da OPWAY – Engenharia [25].

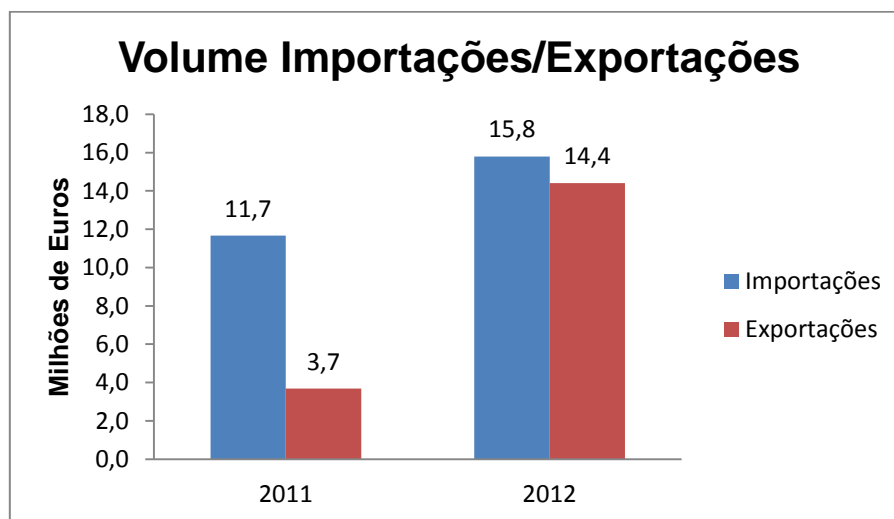


Quadro 3.5. – Despesas OPWAY – Engenharia, S.A.



Houve uma melhoria em 2012 e uma aproximação ao equilíbrio entre os volumes de importação e exportação, o que terá tido também uma influência positiva na diminuição do prejuízo e no aumento do volume de negócios. Os dados relativos a este fator encontram-se no quadro 3.6., de forma a permitir uma melhor análise comparativa.

Quadro 3.6. – Volume de Importações e Exportações da OPWAY.



Esta análise, e apesar de ainda não estarem disponíveis as informações relativas ao ano de 2013, permite referir que a situação de crise e recessão económica da OPWAY – Engenharia, S.A. se encontra em recuperação, apesar de ainda não estar resolvida.

3.3. ESTRUTURA DE GESTÃO DA OBRA

3.3.1. ORGANIZAÇÃO FUNCIONAL

A estrutura de gestão do ACE – Opway – Engenharia, S.A./Ferreira, S.A. baseia-se num modelo habitual de uma empresa de construção. Descreve-se, de seguida, por ordem hierárquica a organização em causa.

Em primeira instância, este agrupamento complementar de empresas é constituído por um concelho de administração composto por dois intervenientes de cada uma das empresas, sendo que estes não se encontram no local da obra. O diretor técnico da obra, o Eng. Alberto Gonçalves, é o responsável máximo por tudo o que acontece em obra. Existe, de seguida, uma coordenação responsável pelo sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho e também uma Direção Administrativa e Financeira.

A organização da empresa é constituída por um Diretor de Serviços Técnicos, o Eng. Jorge Leal, responsável pelas áreas de projeto, qualidade e ambiente, segurança, serviços de aprovisionamento e serviços administrativos. O projeto está dividido em áreas, que são elas, a preparação do projeto, as medições, as instalações especiais e a topografia. Em cada uma destas áreas existem Engenheiros ou Técnicos responsáveis.

Em linha com a direção de serviços técnicos há a direção de produção, cujo diretor é o Eng. Plácido Castro, responsável por tudo o que é efetivamente produzido e/ou efetuado em obra.

O organograma da empresa está representado na figura 3.3.

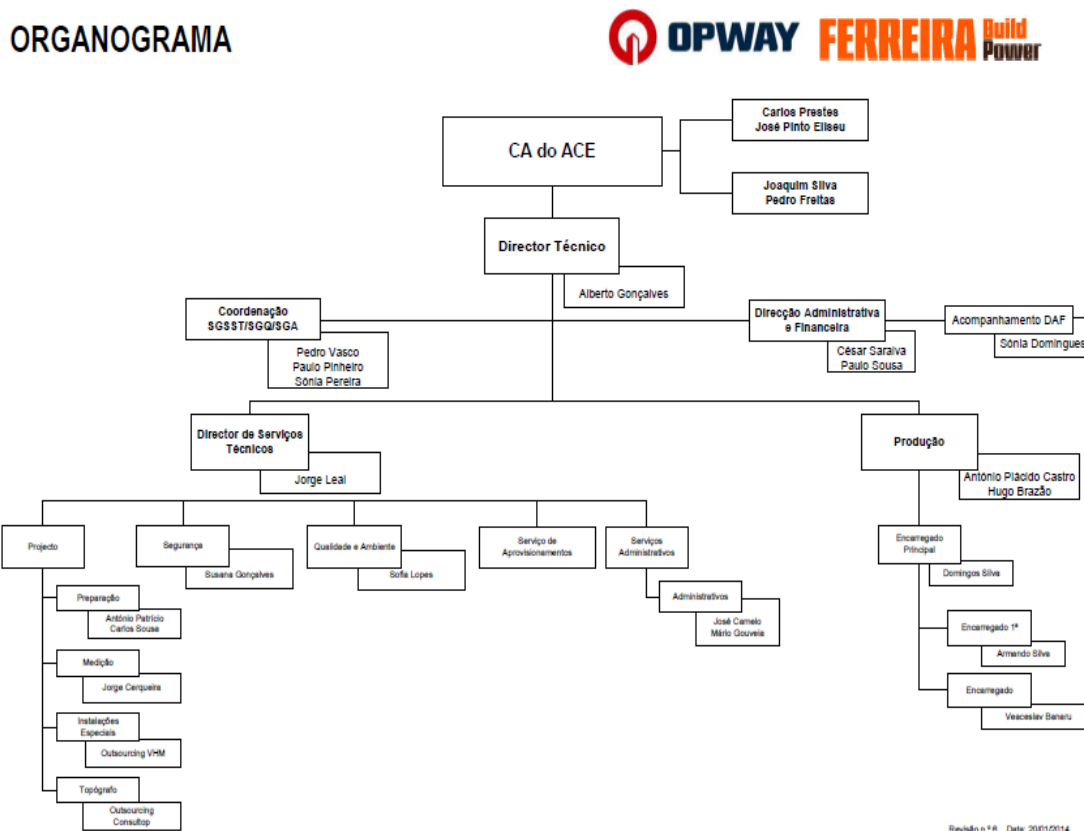


Figura 3.3. – Organograma da Estrutura de Gestão do ACE.

3.3.2. ORÇAMENTO DA OBRA

Apresenta-se em anexo o orçamento inicial completo resumido da obra, disponibilizado pelo ACE.

3.3.3. PLANEAMENTO DOS TRABALHOS

Relativamente à execução do planeamento da obra, foi necessário, antes da sua execução, tomar algumas decisões acerca da forma como abordar este problema.

Com o objetivo de conseguir uma gestão sustentada dos recursos, e de forma a criar uma maior eficácia dos trabalhos e melhor gestão das equipas de trabalho, foram adoptadas as medidas seguintes:

- A obra foi dividida em 3 frentes de trabalho, ou seja, em três áreas diferentes de intervenção, que são o edifício principal, a manga fixa de passageiros e a pala dos autocarros;
- Procedeu-se a uma subdivisão dos pisos em zonas de trabalhos, o que proporciona uma melhor distribuição e utilização dos meios produzidos in situ e também dos equipamentos utilizados;
- A construção da obra, relativa ao edifício propriamente dito, foi faseada em 20 fases diferentes;
- Colaboração com entidades externas para potenciar a otimização de meios e recursos e com o objetivo de diminuir custos e encargos.

A empreitada da obra do Edifício do Terminal de Cruzeiros tinha como prazo inicialmente previsto 24 meses, tendo a obra sido consignada em Outubro de 2011 e sendo agora previsto as obras relativas à estrutura estarem finalizadas em Maio de 2014 e os acabamentos em Novembro 2014.

Como é de esperar, a elaboração do plano de trabalhos e do seu caminho critico teve por base o estudo cuidado de outras obras deste tipo realizadas anteriormente, do projeto em causa e das condições locais. Avaliaram-se várias alternativas procurando obter uma programação equilibrada, tendo-se optado por um aumento progressivo das atividades no início da empreitada e simétrico na fase final da mesma. O dimensionamento das equipas foi efetuado tendo em conta rendimentos anteriores de obras semelhantes, uma análise do mapa de quantidades e considerando um dia com 8 horas de trabalho e 5 dias de trabalho por semana.

O faseamento, sucessão e encadeamento das diferentes atividades teve em conta uma preocupação acrescida, devido à complexidade dos vários elementos em causa. À complexidade dos elementos estruturais da superestrutura, devido aos diferentes elementos de betão armado, que obrigam à continua utilização de moldes fabricados e adaptados em função da metodologia e avanço das intervenções, passando pelas complexas estruturas laminares, que tornam necessário recorrer a estudos pormenorizados ao nível dos cimbres e escoramentos, acresce ainda a dificuldade da execução da obra em ambiente marítimo, onde ocorre uma forte ação das marés, a presença de impulsos hidrostáticos e a heterogeneidade dos estratos atravessados.

O planeamento foi executado recorrendo ao Microsoft Project e pode ser dividido nas seguintes principais atividades a realizar:

- Atividades preparatórias e preliminares:
 - Comunicação de adjudicação;
 - Mobilização de meios e recursos;
 - Formalização e assinatura do contrato;
 - Consignação da obra;

- Estaleiro:
 - Plano definitivo do estaleiro;
 - Delimitação de áreas e sinalização e vedação;
 - Definição de zonas de circulação;
 - Montagem das instalações de estaleiro;
 - Manutenção das instalações de estaleiro;
 - Desmontagem do estaleiro;
 - Utilização das gruas torre;
- Projetos:
 - Projeto de execução da contenção/ensecadeira;
 - Projeto de execução dos cimbres e escoramentos;
 - Projeto de execução da estrutura de escoramento dos pipe-lines;
 - Elaboração do projeto variante de fundações e estrutura;
- Planos:
 - Plano de gestão e ambiente;
 - Plano de segurança e saúde;
 - Plano de gestão de resíduos da construção e demolição;
 - Preparação e planeamento;
- Trabalhos de apoio, gestão e documentação:
 - Ensaios;
 - Controlo topográfico;
 - Levantamento e acompanhamento fotográfico;
- Demolições, contenções/ensecadeiras, movimentos de terras, fundações e estruturas em elevação:
 - Fase 0 – Estrutura de contenção/ensecadeira;
 - Edifício da estação de passageiros – Frente de trabalho 1;
 - Manga fixa de passageiros – Frente de trabalho 2;
 - Pala dos autocarros – Frente de trabalho 3;
- Toscos, acabamentos e instalações especiais;
- Trabalhos nos espaços exteriores
 - Arranjos exteriores;
 - Drenagem de águas pluviais exteriores;
 - Sistema de deposição de resíduos;
 - Sinalização vertical;
- Atividades de conclusão da empreitada

A empreitada sofreu alguns atrasos significativos tendo sido os mais relevantes nas seguintes áreas:

- Geotecnia – o projeto só esteve concluído 3 meses após a consignação devido a problemas inesperados;
- Execução da laje de fundo;
- Problemas de projeto/erros/falta de pormenorização.

Para efetuar o plano de trabalhos, foi ainda necessário, além de conhecer a duração das tarefas o seu encadeamento e precedências, realizar um mapa de mão-de-obra (ver quadro 3.7. e 3.8.) e o mapa relativo aos meios de equipamento (ver quadro 3.9.)

Quadro 3.7. – Mapa de mão-de-obra direta resumido.

MO Direta	Quantidades	MO Direta	Quantidades
motorista	6	electricista	54,85
condutor manobrador	6	canalizador	17,25
gruista	2	mecânico AVAC	8
operador de máquina de geotecnia	15	mecânico de elevadores	1
pedreiro	36,5	técnico de gás	2
armador de aço	58	calceteiro	7,5
carpinteiro toscos	36	marleteiro	6
ladrilhador	18	servente	59
serralheiro	19	servente - trabalhos de geotecnia	24
ajudante de serralheiro	9	oficial de pré-esforço	6
soldador	6	ajudante de oficial pré-esforço	6
aplicador de vinílico	4	carpinteiro de limpos	13
pintor	10	montador de tectos falsos	10
operário especializado em trabalhos de geotecnia	6	ajudante de canalizador	17,25
montador de divisórias	0,5	ajudante de electricista	54,85
vidraceiro	5	ajudante de mecânico AVAC	8
oficial de demolições	4	ajudante de mecânico de elevadores	1
		montador de pladur	8

Quadro 3.8. – Mapa de mão-de-obra indireta.

MO Indireta	Quantidades
director técnico da empreitada	1
director técnico adjunto	1
director técnico de instalações	1
encarregado geral	1
encarregado 1ª.	3
encarregado geotecnia	3
arvorado	1
arvorado geotecnia	3
técnico de qualidade/segurança/ambiente	1
preparador	1
planificador	0,25
medidor	1
topografo	1
porta-miras	1
administrativo	1
apontador	1
ferramenteiro	1
servente cargas/descargas	2
equipa de projecto	2
topógrafo (tempo/parcial)	2
porta - miras (tempo/parcial)	2

Quadro 3.9. – Mapa de Equipamentos Resumido.

Equipamento	Quantidades	Equipamentos	Quantidades
telheiro de armaduras	3	equipamento de cofragem	1
telheiro de cofragens	3	equipamento de pré-esforço	1
contentores	8	equipamento de topografia	1
contentor marítimo	4	equipamento de geotecnia	4
sanitário químico	4	vibrador para betão	6
equipamento de estaleiro	1	perfuradora hidráulica tipo soilmec 622 estacas	2
betoneira de 350l	3	trado de furação solos / rocha	2
máquina de cortar varão	4	grua sennebogen estacas	2
máquina de dobrar varão	4	perfuradora klemm 803 microestacas	2
guilhotina	6	perfuradora klemm 803 ancoragens	2
retroescavadora	1	compressor atlas copco xahs365	2
giratória	2	compressor atlas copco xahs385	2
escavadora hidráulica - rastos	1	central atlas copco unigrout eh22 injeções	2
equipamento "bob-cat"	1	bomba ht 400 injeção de caldas	2
pá carregadora	2	misturador-agitador ccp-mp-8	2
cilindro ligeiro	2	varas para furação e injeção	2
placa compactadora	2	silo para cimento (35 ton)	3
camião	4	martelo de fundo de furo	2
carrinha	2	martelo de fundo de furo cop8 c/ bite 10"	2
mini-bus	1	martelo de fundo de furo cop4 c/ bite 4"	2
veículo ligeiro	2	fresa	2
grua torre "g1"	1	serra circular	4
grua torre "g2"	1	serra de fita	2
multifunções	1	ferramentas	2
autobomba	3	andaimes	4
autobetoneira	3	equipamento de topografia (tempo/parcial)	2
dumper	1	condutor / manobrador	3,5
martelo eléctrico	1	martelo eléctrico	2
disco diamanto para corte de betão	1	técnico de impermeabilizações e isolamentos	19
gerador 1	1	plataforma elevatória	2
posto de transformação	1	bombas submersíveis	1
quadros eléctricos	1	equipamento de soldadura	6
pimenteiros	7	conjunto industrial	1
electrobombas	5	compressor c/ 2 martelos pneumáticos	3
cimbres	1	camião basculante	3
escoramentos	1	cilindro vibrador	0,5
contentores para resíduos	12	cilindro compactador	1
equipamento de segurança	1	joper (depósito de água)	1,5
equipamento de iluminação	2		

Apresenta-se no anexo II, o plano de trabalhos global mais atualizado, relativo à empreitada, elaborado em Ms Project pelo ACE. O controlo de prazos da empreitada é efetuado com base neste plano.

Integrado no estudo associado a esta dissertação a autora colaborou no controlo da realização das tarefas relacionadas com o revestimento cerâmico (ver capítulo 6).

3.3.4. SUBEMPREITADAS

Em todas as obras de construção civil existem subempreitadas. Na execução do Edifício do Terminal de Cruzeiros as principais subempreitadas contratadas foram as seguintes:

- Movimentos de Terras e Arranjos Exteriores: JMM Construções Cidade Nova do Marco, S.A.;
- Estruturas:
 - Geotecnia e Estruturas: Consórcio entre a Sociedade de Construções H. Hagen, S.A. e a GEO-RUMO, Tecnologia de Fundações, S.A.;
 - Fornecimento de Betão – Betão Liz, S.A.;

- Cofragens e aplicação do betão: Adriano Felgueiras, S.A.;
- Armaduras e montagem: AÇOMONTA, Sociedade de Armaduras, S.A.;
- Pré-Esforço: Vsl Sistemas Portugal – Pré-Esforço, Equipamento e Montagem, S.A.;
- Estruturas Metálicas: Seven Serralharias e Serviços, S.A.;
- Instalações diversas:
 - Águas e Esgotos: M. Fernando Sequeira Unipessoal, Lda;
 - Instalações Elétricas: Ramos Ferreira – Engenharia, S.A.;
 - Instalações Especiais: Outsourcing VHM , Coordenação e Gestão de Projetos, S.A.;
 - AVAC: DTE, Empreitadas Elétricas, S.A. do grupo DST;
 - Gás: GÁSCONVERT, Instalações de Gás e Aquecimento Lda;
 - Sistemas de Som: SISINT Sistemas Integrados, S.A.;
- Alvenarias e Acabamentos:
 - Impermeabilizações: SOTCECNISOL Engenharia, S.A.;
 - Vidros, caixilharias e estruturas metálicas: Consórcio Metaloviana, S.A. e Jofebar, S.A.;
 - Serralharias Diversas: Tecnosece – Materiais de Construção Lda;
 - Tetos Falsos e paredes: Diviminho, S.A.;
 - Revestimentos paredes e pavimentos, microcimento: Montaco – Tratamentos Anticorrosivos e Construção Civil Lda;
 - Rebocos, alvenarias e assentamentos dos cerâmicos: José Mendes Engenharia e Construção Lda;
 - Pinturas: Arbecor – Pinturas e Decorações, Lda;
 - Granitos: Transgranitos – Mármore e Granitos do Alto Tâmega, S.A.;
 - Cerâmicos: Vista Alegre Atlantis S.A.;

4

DESCRIÇÃO TÉCNICA DA OBRA

4.1. DESCRIÇÃO GERAL DA OBRA

O Terminal de Cruzeiros está localizado no início do sector curvo do molhe sul do Porto de Leixões na cidade de Matosinhos a cerca de 800 m da costa e está inserido no Plano Estratégico de Desenvolvimento do Porto, aprovado em 2004. Tem como objetivo aumentar o potencial comercial do Porto de Leixões e dinamizar e aumentar o volume de cruzeiros na região do norte do país promovendo a sua integração urbana. Este Terminal irá ser constituído pelas seguintes grandes zonas, que se podem visualizar também na figura 4.1.:

- Cais para Cruzeiros – já construído e que permite a atracagem de navios com 300 m de comprimento;
- Estação de Passageiros – Edifício em estudo;
- Cais Fluvio-marítimo – no qual poderão acostar embarcações turísticas de itinerários provenientes do rio Douro que se localiza a cerca de 10 km;
- Porto de Recreio Náutico – que irá acomodar até 170 embarcações;
- Estacionamento para autocarros e viaturas.



Figura 4.1. – Modelo tridimensional do Terminal de Cruzeiros de Leixões [26].

O Edifício do Terminal de Cruzeiros do Porto de Leixões da APDL irá ser partilhado em quase 50% com o Pólo do Mar da UPTEC – Parque de Ciência e Tecnologia da Universidade do Porto [27].

O Projeto do edifício foi realizado pelo Arquiteto Luís Pedro Silva e a obra foi adjudicada ao ACE – constituído pela OPWAY – Engenharia, S.A. e a Ferreira, S.A. no valor de 25 milhões de euros. A fiscalização da obra ficou a cargo da empresa Proman – Centro de Estudos e Projetos, SA. Prevê-se a conclusão da obra durante o segundo semestre de 2014.

Esta obra é atualmente a mais emblemática em construção na região norte, sendo quer em termos arquitetónicos como de engenharia uma obra de referência no contexto nacional.

A obra está sujeita a vários condicionantes desde a peculiar geometria do edifício, á sua localização num ambiente marítimo agressivo sujeito à ação dos cloretos, ao contacto direto com a água do mar como à forte ação do vento e a acentuada variação do nível do mar com a maré entre os 4 metros (Preia-Mar) e os - 0,24 metros (Baixa-Mar).

O Edifício da Estação de Passageiros tem dimensões máximas em planta de 75 x 98 metros, é composto por 4 pisos acima da cota da soleira, sendo a cobertura visitável constituída por uma laje inclinada, e uma cave enterrada, e possui uma altura máxima de 40 m. Existem nos pisos superiores dois mezaninos. O acesso entre os diferentes pisos faz-se através de uma rampa no núcleo central, elevadores ou escadas interiores.

Em termos de utilização, o edifício está dividido da seguinte forma:

- Piso -1 – Estacionamento e espaços dedicados ao apoio dos navegantes do porto e áreas técnicas pertencentes á APDL e ainda um biotério reservado à UP;
- Piso 0 – Espaços comuns utilizados pela APDL;
- Piso 1 – Serviços dedicados aos passageiros de cruzeiro, pertencentes à APDL;
- Piso 2 - Laboratórios e salas de apoio da UP;
- Piso 2a – Gabinetes dos investigadores da UP;
- Piso 3 e 3a – Sala polivalente e gabinetes de administração do centro de investigação dedicado à UP e um espaço de restaurante explorado pela APDL;
- A cobertura visitável em plano contíguo ao piso 3 e em bancada inclinada voltada para sudoeste para a costa e mar, existe ainda uma área técnica acessível pela bancada da responsabilidade da APDL.

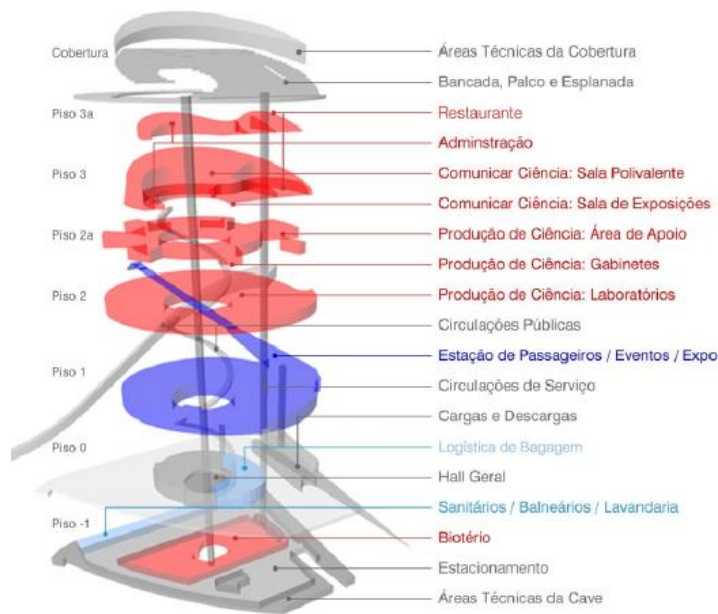


Figura 4.2. – Esquema da distribuição das diferentes utilizações do Edifício [28].

O Edifício é ainda composto por 3 elementos tentaculares, uma manga fixa de acesso aos cruzeiros, a pala dos autocarros e a rampa da marina de recreio, como mostra a figura 4.3.

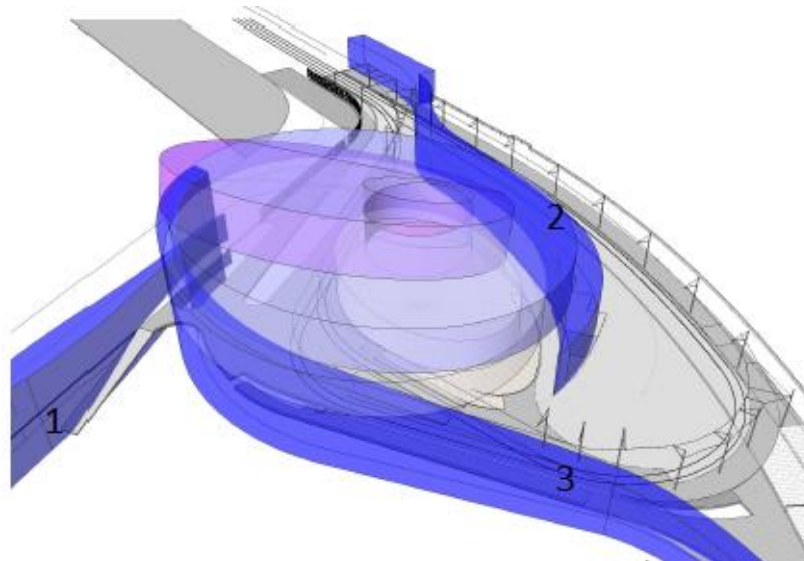
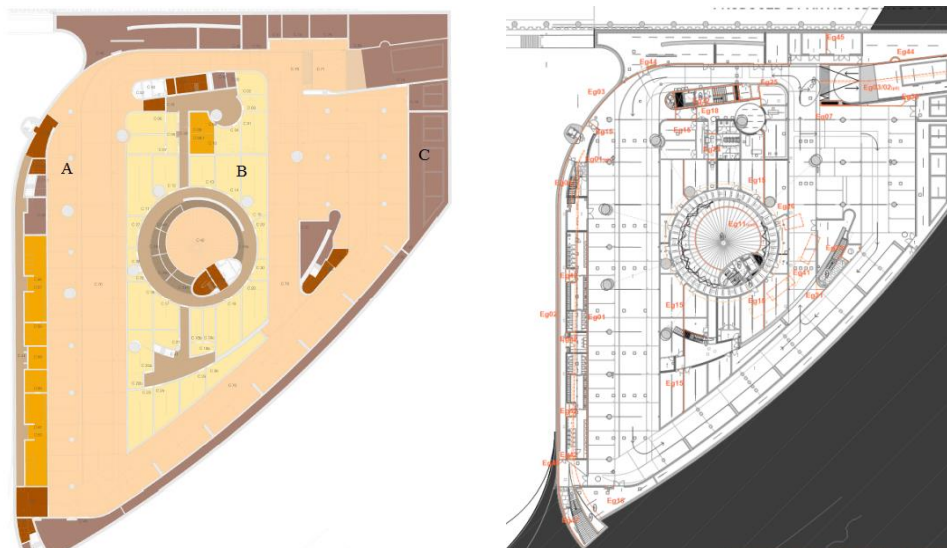


Figura 4.3. – Elementos tentaculares; 1 – Manga fixa; 2 – Pala dos autocarros; 3- Rampa da marina de recreio

A construção do edifício do Terminal de Cruzeiros irá ainda necessitar de um conjunto de obras dedicadas aos arranjos exteriores e execução de trabalhos pontuais no Molhe.

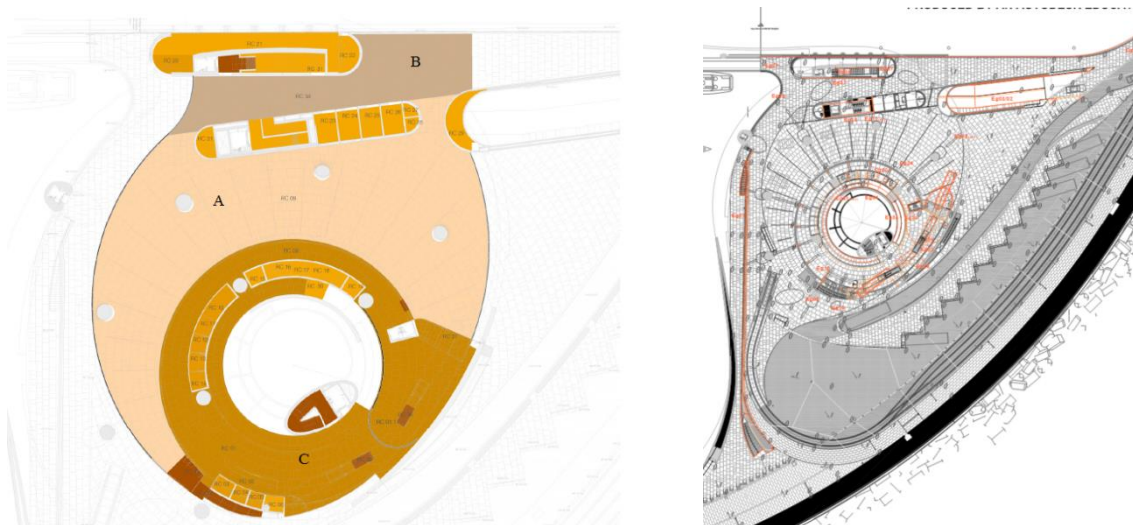
4.2. PLANTAS, CORTES E ALÇADOS

Apresentam-se de seguida, plantas, cortes e alçados relativos aos vários pisos do Terminal de Cruzeiros de Leixões.



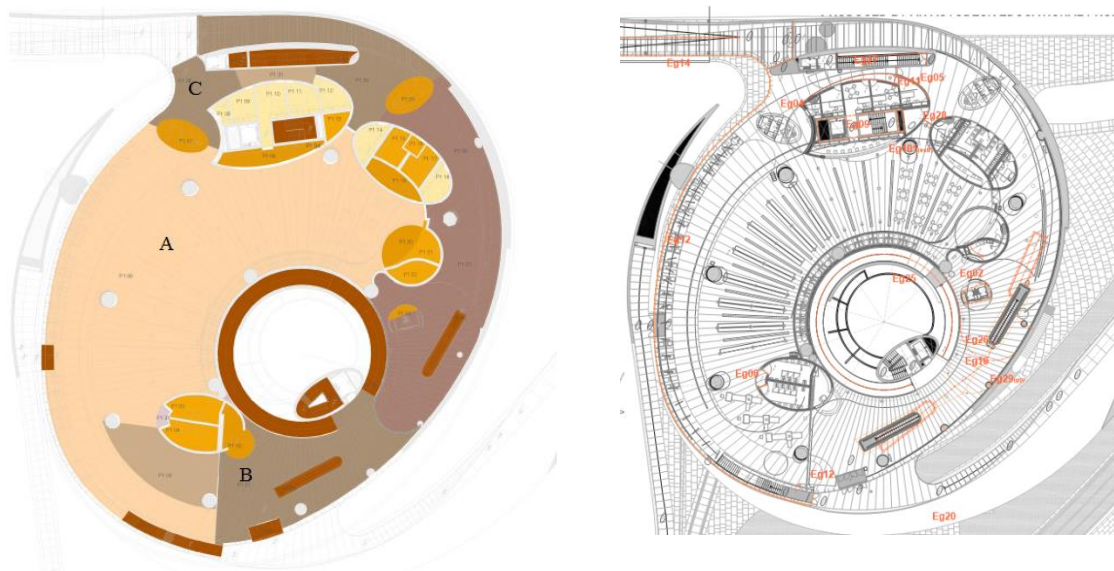
A – Zona de estacionamento; B – Biotério; C – Áreas técnicas.

Figura 4.4. – Planta do piso -1



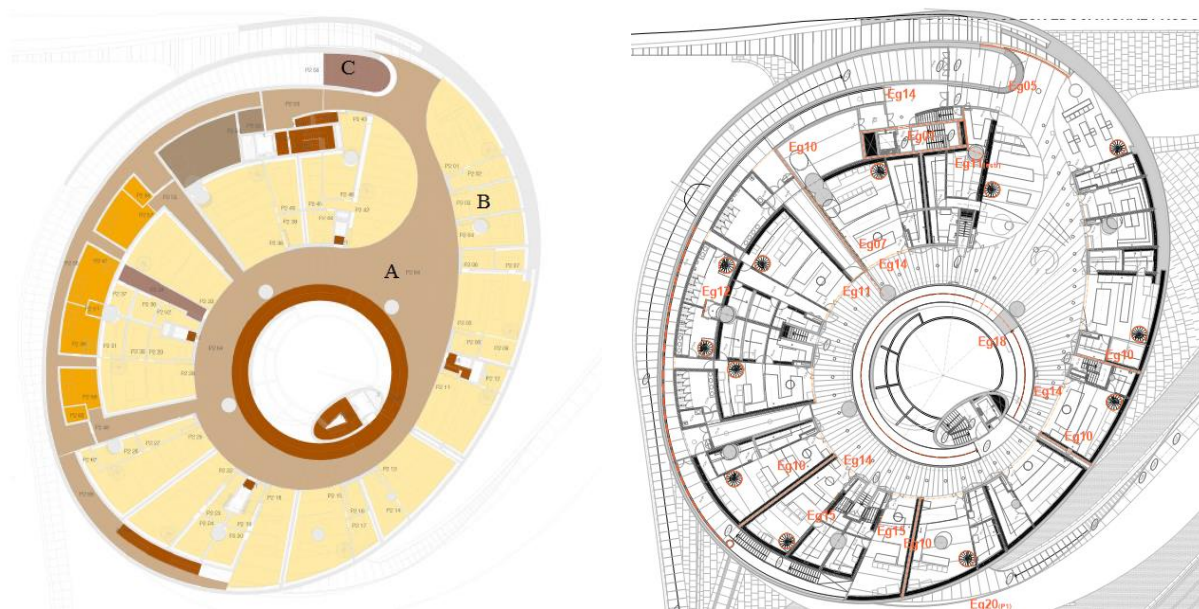
A – Estação de recolha de bagagens; B – Cargas e Descargas; C Àtrio.

Figura 4.5. – Planta do piso 0.



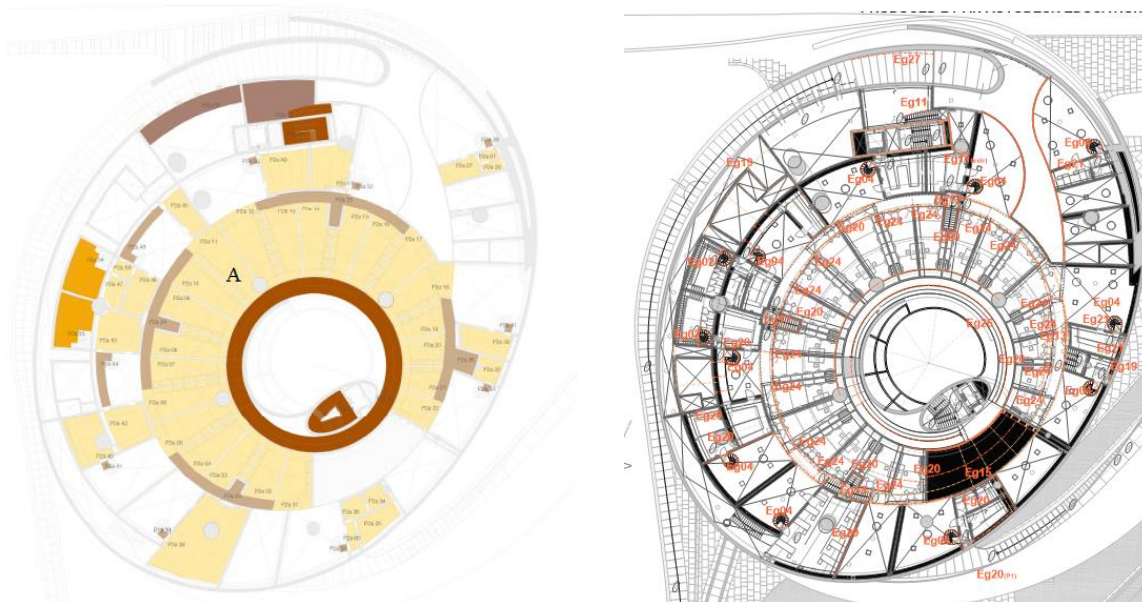
A – Sala de embarque; B – Hall; C – Saída do embarque.

Figura 4.6. – Planta do piso 1.



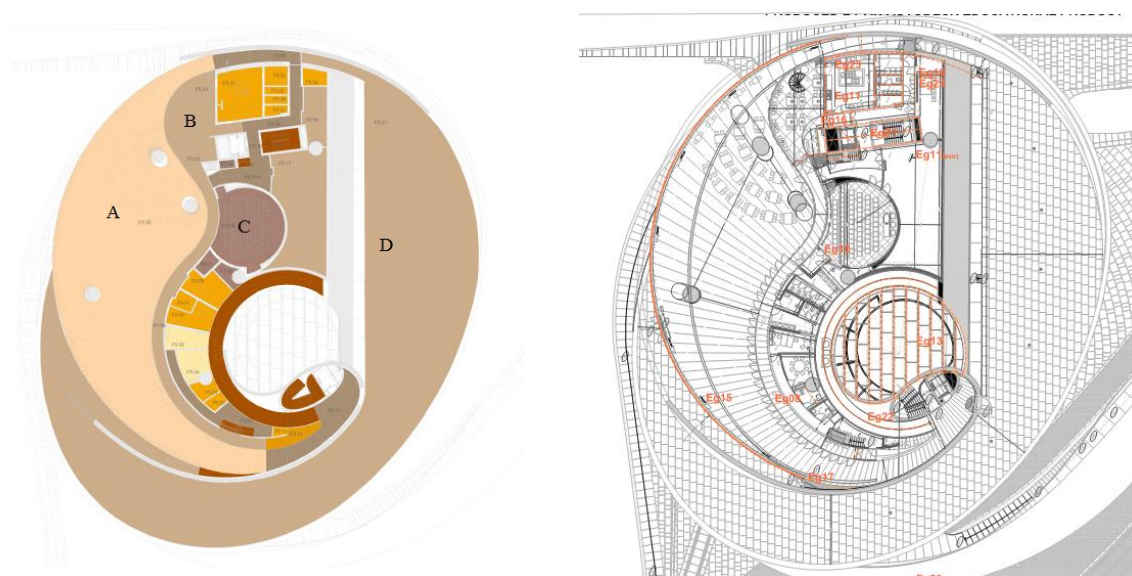
A – Área de circulação pública; B - Laboratórios; C – Entrada na rampa da marina.

Figura 4.7. – Planta do piso 2.



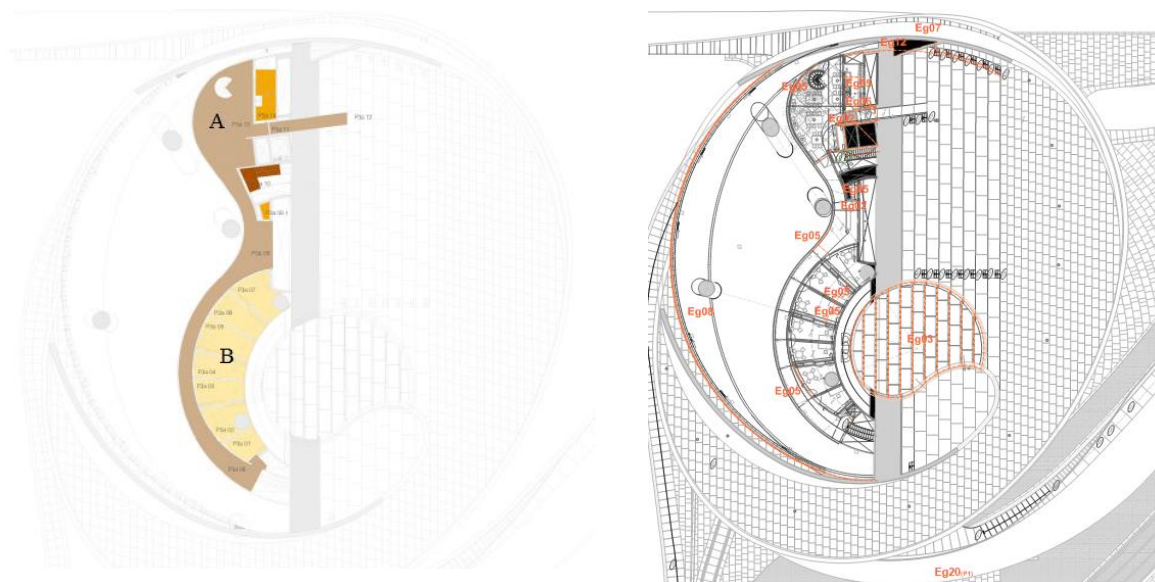
A – Gabinetes.

Figura 4.8. – Planta do piso 2a.



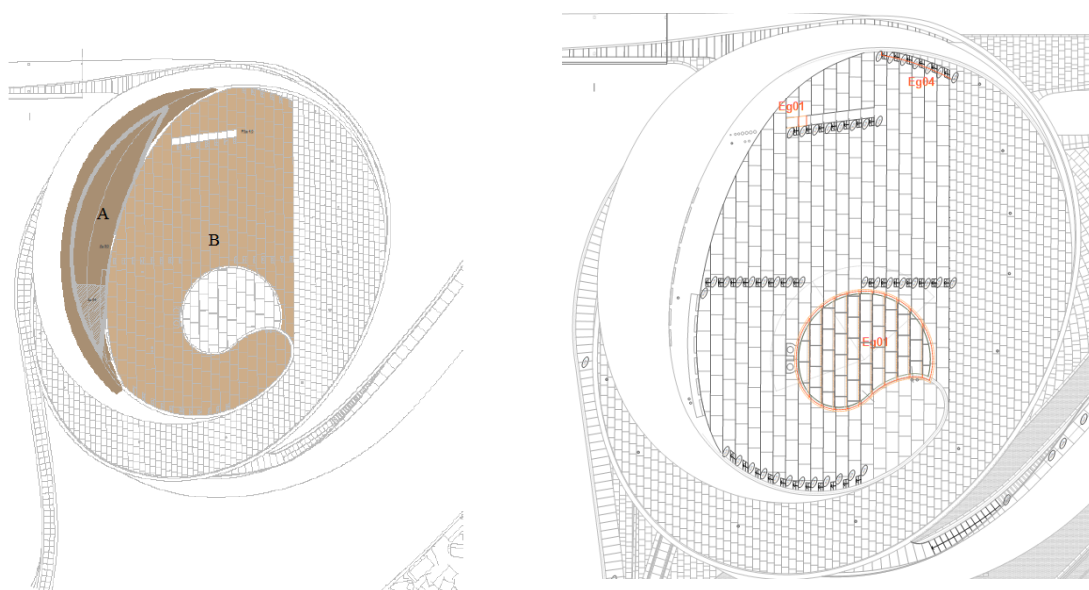
A – Espaço de exposições; B – Restaurante; C – Sala polivalente; D – Terraço.

Figura 4.9. – Planta do piso 3.



A – Restaurante; B – Gabinetes da Administração.

Figura 4.10. – Planta do piso 3a.



A – Área técnica; B – Bancada.

Figura 4.11. – Planta da cobertura

A figura 4.12. tem como objetivo uma melhor percepção dos cortes que serão apresentados de seguida.

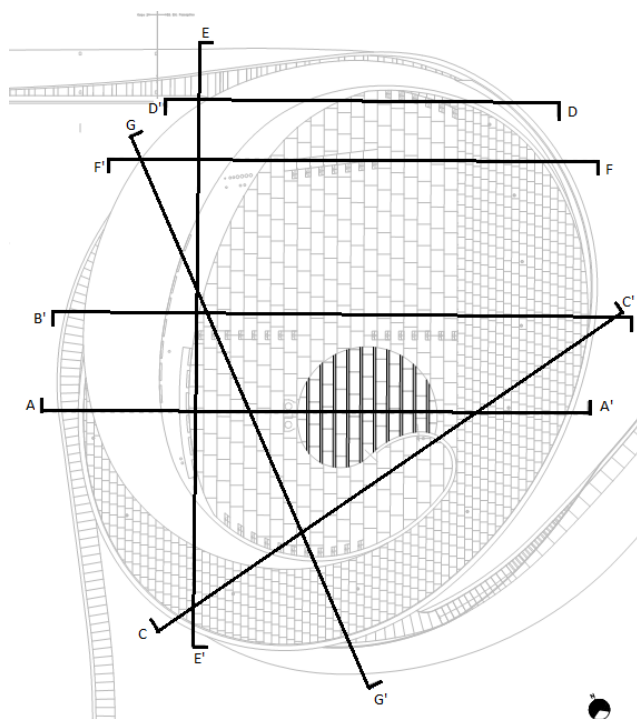


Figura 4.12. – Indicação de cortes.



Figura 4.13. – Corte AA'.

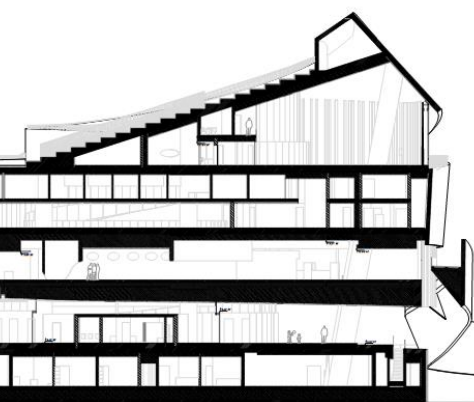


Figura 4.14. – Corte BB'.

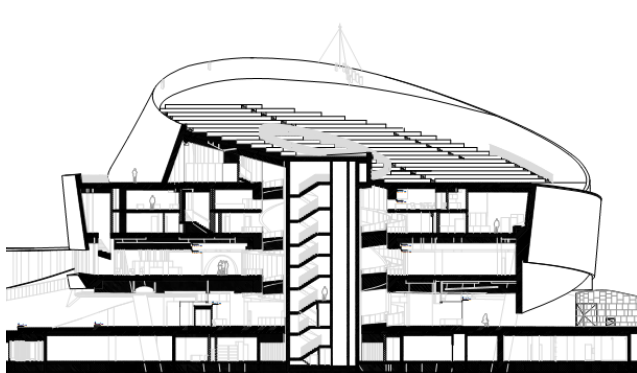


Figura 4.15. – Corte CC'

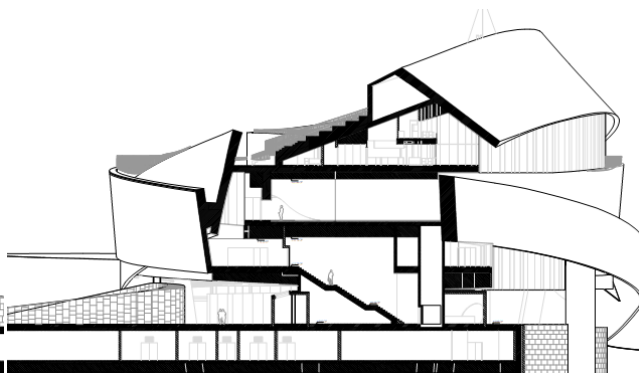


Figura 4.16. – Corte DD'.

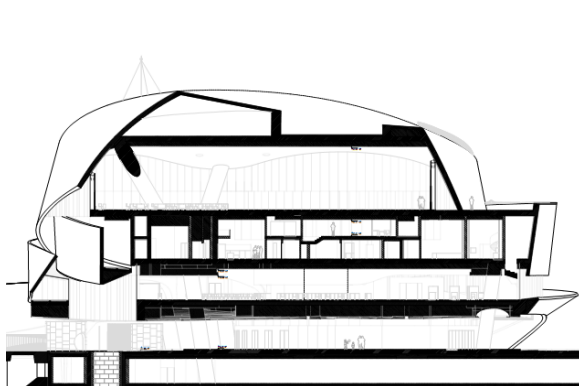


Figura 4.17. – Corte EE'

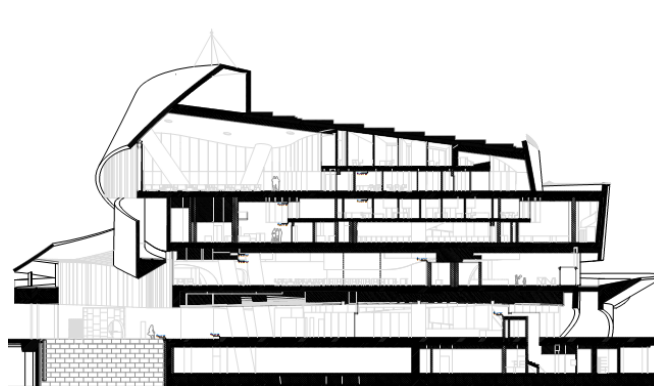


Figura 4.18. – Corte GG'.

4.3. DESCRIÇÃO TÉCNICA DA OBRA

4.3.1. CONTENÇÃO PROVISÓRIA/ENSECADEIRA E FUNDAÇÕES

A proposta relativa à contenção provisória/ensecadeira foi apresentada pelo ACE OPWAY – Engenharia, S.A. e Ferreira, S.A. e o projeto realizado pelas empresas DimStrut – Engenharia de Estruturas, Lda e JetSJ – Geotecnia, Lda. A estrutura de contenção e suporte de terras apresenta um desenvolvimento linear de cerca de 305 metros e de cerca de 5 metros de altura média de escavação. Teve origem no aterro pré-existente que se pode visualizar na figura 4.19. A solução adotada teve como objetivo a execução dos trabalhos a “seco” de todas as estruturas do Edifício situadas abaixo do nível do mar e de todas as impermeabilizações que lhe estão associadas.



Figura 4.19. – Aterro pré-existente.

A solução proposta e realizada consistiu na realização de painéis solo-cimento com a tecnologia “Cutler Soil Mixing” (CSM), armados com perfis metálicos IPE ou perfis tubulares N80, em algumas zonas complementados com injeções de cimento-calda sob pressão e encimados por vigas de escoramento de betão armado onde apoiam escoras de travamento de contenção.

Na escolha desta solução existiram alguns condicionalismos a ter em conta, tais como:

- A laje do cais acostável fundado em estacas;
- O molhe localizado a sul;
- Intersecção em cerca de 100 metros com a zona de enrocamento;
- Condicionalismos de origem geológica e geotécnica;
- Prazo de execução e economia.

A solução de contenção provisória realizada é constituída por 4 soluções distintas podendo, por isso, ser dividida em 4 zonas.

Na zona 1, ver figura 4.20., a contenção periférica foi realizada através da execução de painéis solo-cimento com 16 metros de profundidade, recorrendo a tecnologia CSM, com dimensões de 2,40 x 0,55 metros quadrados, realizados a partir da superfície. Foi necessário garantir a sobreposição de 0,20 metros entre painéis e o encastramento de pelo menos 1 metro no maciço xistento existente de forma a garantir o efeito de ensecadeira.

Antes de se iniciar qualquer trabalho de escavação os referidos painéis são armados verticalmente com perfis metálicos em aço laminado IPE330 afastados cerca de 1,10 metros entre si e localizados no centro no meio dos painéis. Estes perfis estão orientados perpendicularmente relativamente à escavação. Esta parede é posteriormente encabeçada por uma viga de coroamento em betão armado com secção de 0,80 x 0,55 metros quadrados. Esta viga de coroamento foi escorada provisoriamente até á estrutura relativa ao piso -1 e ao piso 0 se encontrarem executadas. Estas escoras encontravam-se afastadas entre si cerca de 4 metros e transmitiam os esforços resultantes a uma parede de estacas interiores previamente executadas. Na figura 4.21. vê-se a cortina em causa.

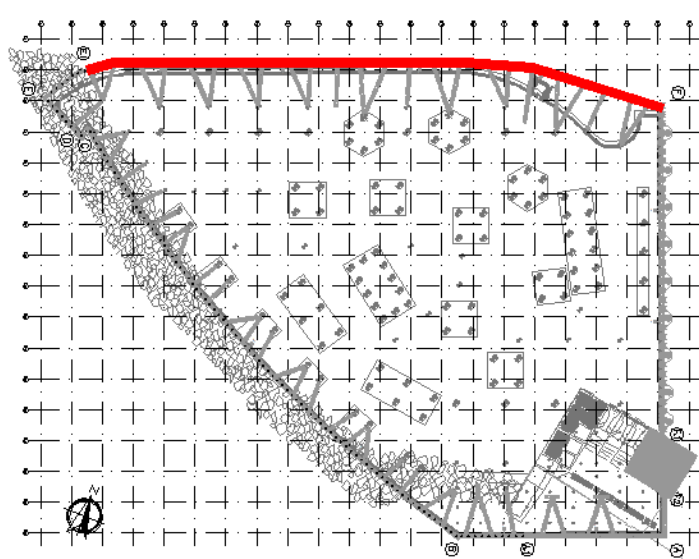


Figura 4.20. – Esquema no qual se evidencia a vermelho a zona correspondente à zona 1.



Figura 4.21. – Fotografia da zona 1.

De notar que grande parte desta cortina irá ser demolida após a execução do edifício uma vez que não faz parte da estrutura, como se visualiza na figura 4.22..



Figura 4.22. – Fotografia onde se vê a zona onde a cortina de painéis CSM que já foi demolida

A zona 2 localiza-se no local onde a contenção intersecta o molhe existente, como se vê nas figuras 4.23. e 4.24.. Devido a interseção com o enrocamento, a profundidade dos painéis CSM nesta zona será cerca de 6 metros. Nesta situação são colocados no meio dos painéis CSM microestacas de coroa circular em aço de alta resistência, espaçadas de 1,10 metros que permitem a injeção de calda de cimento. Aqui não é possível utilizar perfis metálicos uma vez que a vibrocração não é viável. As microestacas encontram-se intercaladas com tubos de PVC, que têm como objetivo permitir a injeção de calda de cimento na zona de enrocamento abaixo da cortina de painéis CSM, de forma a garantir o efeito de ensecadeira. Salienta-se que esta injeção de calda de cimento só é possível devido à ausência de vazios, ou seja a existência de partículas finas preenchendo-os entre os blocos do enrocamento, a qual se confirmou através da realização de sondagens.

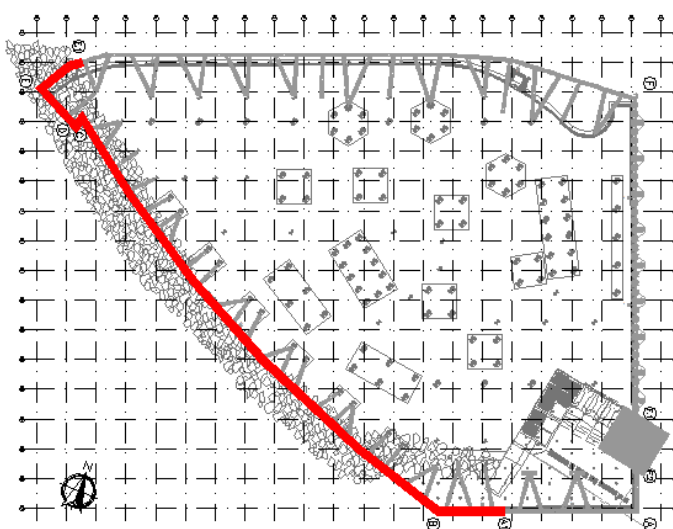


Figura 4.23. – Esquema de localização zona 2.



Figura 4.24. - Execução dos painéis CSM.

A zona 3 localiza-se a nascente, onde a contenção provisória se intersecta com o cais já construído, e onde existe uma cortina de estacas prancha nos limites da laje deste cais, ver figura 4.25. e 4.26.

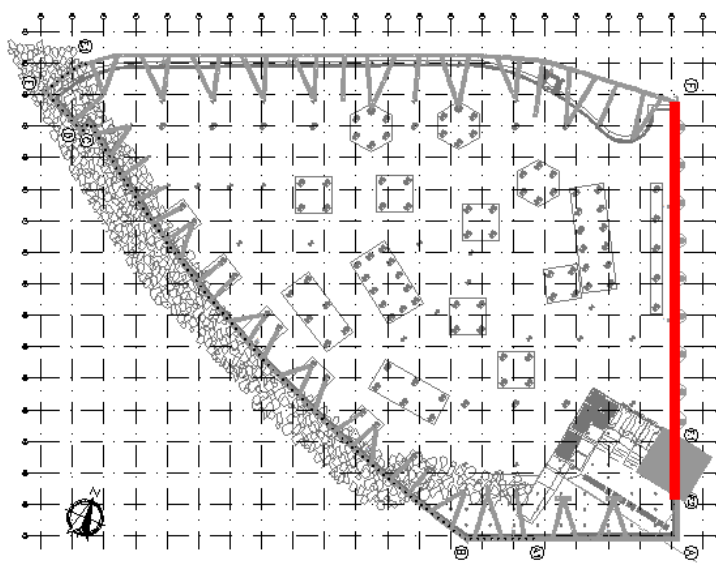


Figura 4.25. – Esquema de localização da zona 3 a vermelho.



Figura 4.26. – Zona 1 já com os painéis CSM e zona 3 onde se visualiza a cortina de estacas prancha.

Neste caso, utilizou-se a cortina de estacas prancha pré-existente e foram construídas colunas com 1,10 metros utilizando a tecnologia jet-grouting abaixo da cota final de escavação nas quais, no seu centro, foram executadas microestacas com selagem através da injeção de cimento de calda no maciço xistento, que serviram de fundação ao edifício. A cortina de estacas prancha foi travada no seu topo recorrendo ao uso de tirantes de aço, como se visualiza na figura 4.27.

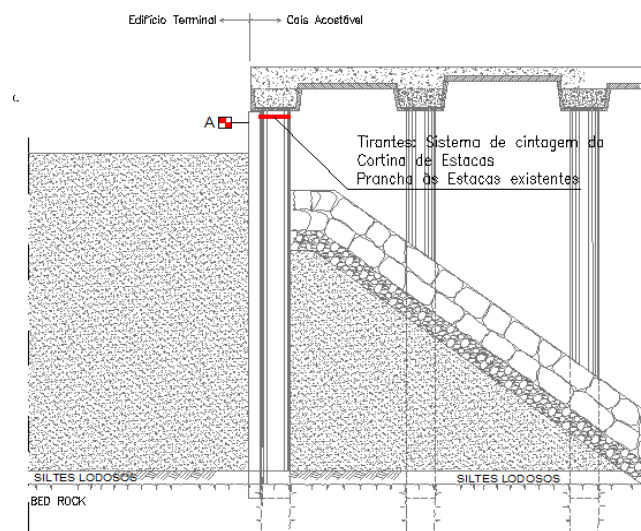


Figura 4.27. – Desenho esquemático dos tirantes colocados no topo da cortina de estaca prancha.

Nas zonas onde as juntas das estacas prancha não impediram a entrada de água durante a escavação foi realizada a sua soldadura com chapas metálicas de selagem.

Por fim, a quarta solução apresentada e executada situa-se a sudoeste e numa extensão menor como se vê na figura 4.28..

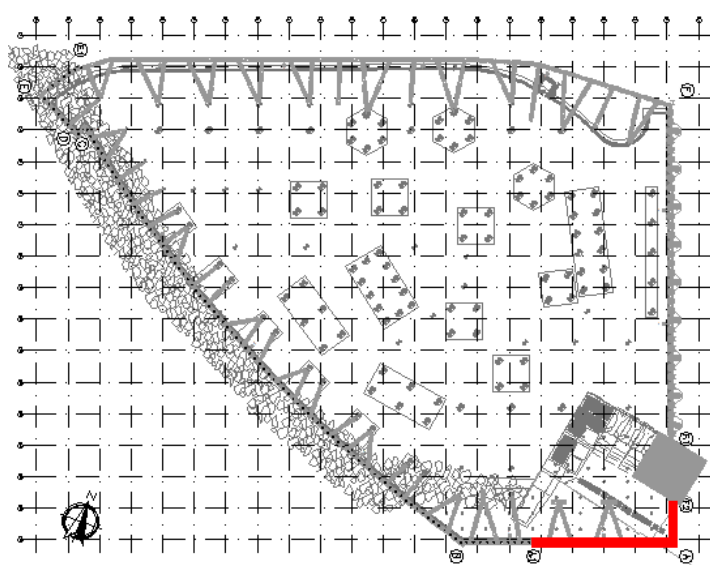


Figura 4.28.- Esquema de localização da zona 4 a vermelho.

Esta solução é igual à apresentada para a zona 2 mas não é executada sobre o enrocamento, figura 4.29.

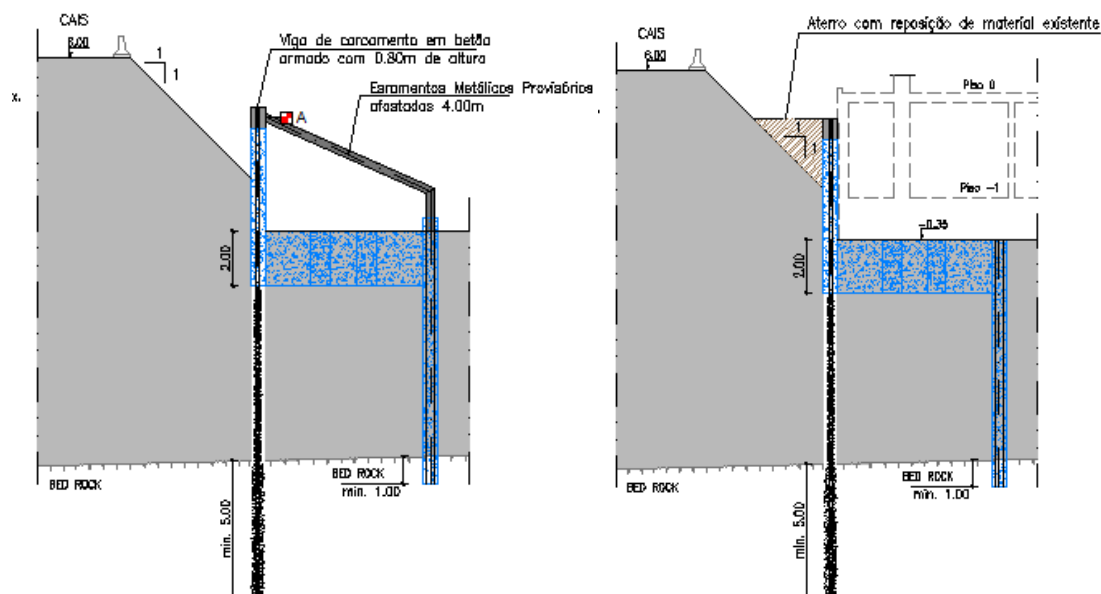


Figura 4.29. – Esquema da execução da contenção na zona 4.

4.3.2. FUNDAÇÕES E ESTRUTURAS DO PISO -1

Para a execução das fundações foi também seguida a proposta variante do ACE – OPWAY-Engenharia, S.A./Ferreira, S. A. cujo projeto foi também realizado pelas empresas DimStrut – Engenharia de Estruturas, Lda e JetSJ – Geotecnia, Lda, que propôs algumas alterações relativamente ao projeto apresentado inicialmente pela Newton – Consultores de Engenharia, S.A.. Esta proposta variante incidiu especialmente sobre as fundações e laje do piso -1 e otimizou a distribuição das armaduras das lajes. As alterações realizadas não afetam o comportamento da estrutura.

De referir que, na escolha do material a utilizar nas estruturas, um dos principais fatores a considerar foi a sua durabilidade, dado estar sujeito a um ambiente de elevada agressividade, sujeito a ação dos cloretos, ao efeito das marés e a salpicos. Assim, de acordo com todas as especificações utilizou-se betão C35/45.

Como já especificado anteriormente, a execução das fundações, lajes e paredes exteriores até ao piso 0 foi concretizada a seco devido as contenções periféricas provisórias/ensecadeiras. De ter em conta que, apenas na zona definida anteriormente como zona 1 (zona virada para a marina), é que esta contenção foi provisória, tendo sido demolida. No restante perímetro a estrutura de contenção oferece capacidade de suporte vertical à estrutura definitiva.

A solução original para a laje de fundo previa a existência de um sistema de duas lajes existindo entre elas um espaço técnico com 1 metro. Esta foi otimizada na proposta variante tendo sido realizada uma grelha de vigas, já proposta numa das direções, que veio dar apoio às pré-lajes do piso -1. Diminuiu os esforços de deformação da laje de fundo e aumentou a distância entre as estacas de suporte. Tanto a posição das estacas como a grelha de vigas são visíveis na figura 4.30.



Figura 4.30. – Planta do piso -1.

A laje de fundo que apresenta o sistema de dupla laje é constituído da seguinte forma, a laje inferior betonada in situ e a superior recorrendo a uma solução pré-fabricada com utilização de pré-lajes e laje alveolar de 16 centímetros de espessura, com posterior betonagem de 8 centímetros como se visualiza nas figuras 4.31., 4.32. e 4.33.

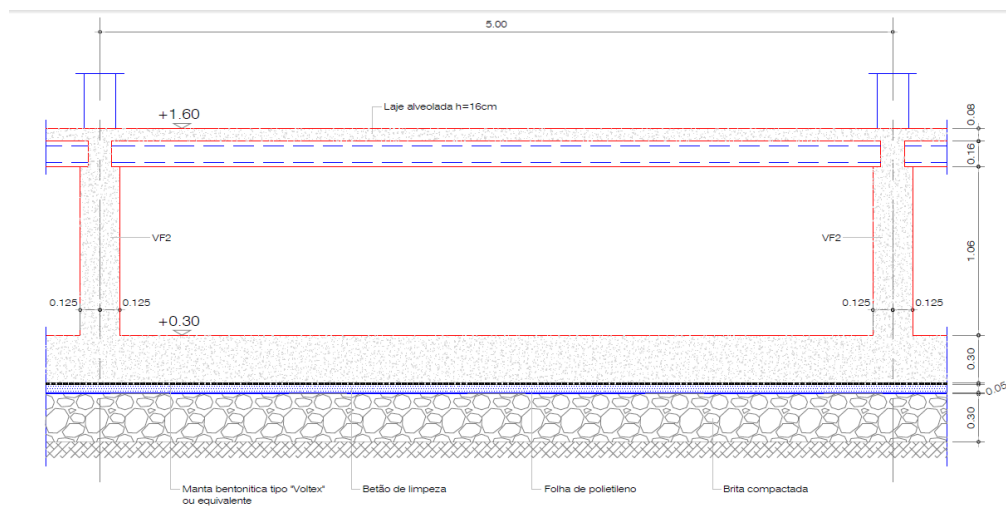


Figura 4.31. – Corte da laje de fundo.



Figura 4.32. – Fotografia que permite visualizar a grelha de vigas.



Figura 4.33. – Fotografia da Laje de fundo.

De modo a melhorar a impermeabilização, tornando a laje de fundo o mais plana possível, considerou-se a altura do topo dos maciços de encabeçamento a altura da laje como se vê no corte da figura 4.34.

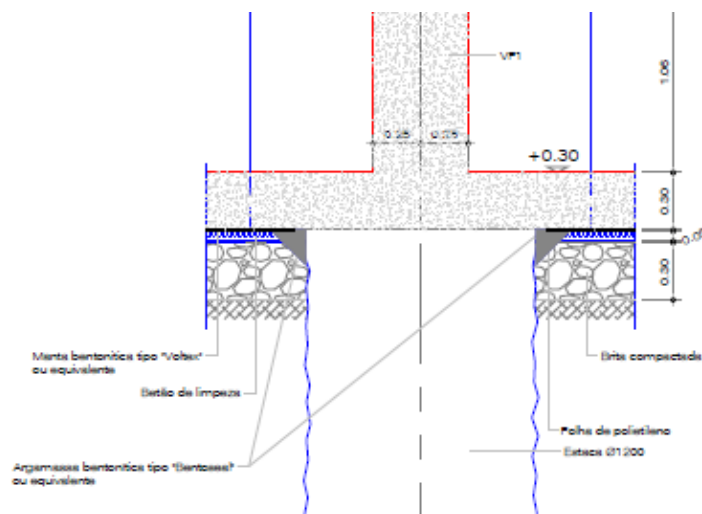


Figura 4.34. – Corte da laje de fundo e respectivos pormenores de impermeabilização.

A Estrutura definitiva descarrega na estrutura de contenção provisória, servindo esta, desta forma, como suporte da seguinte forma:

- Nas zonas onde a contenção foi realizada através de painéis CSM, armados com perfis metálicos IPE ou tubulares N80, o suporte foi realizado através de um cachorro continuo nos muros definitivos, betonado em torno dos perfis metálicos;
- Na zona onde já existia a cortina de estacas prancha, alinhada com o cais, foram, como já foi referido anteriormente, introduzidas microestacas que suportam o muro definitivo.

As fundações são indiretas e constituídas por estacas em betão armado encabeçadas por maciços de betão armado e moldado in situ, recorrendo em alguns casos a microestacas metálicas tubulares. As estacas em betão armado apresentam diâmetros de 0,80 metros ou 1,20 metros, e um comprimento entre os 12 e os 15 metros e foram realizadas com recurso a entubamentos recuperáveis, ver figura 4.35.



Figura 4.35. – Estacas de betão armado.

As microestacas N80 - $\phi 127,9$ Milímetros com 9,0 milímetros de espessura e furação 0,25 metros foram realizadas na zona sobre o cais já construído, ver figura 4.36..



Figura 4.36. – Fotografia onde se vê as microestacas.

Nesta obra, tendo em conta que a laje de fundo se encontra sempre a uma cota inferior ao nível freático, a impermeabilização dessa mesma laje e das paredes exteriores apresenta uma extrema importância. Adotou-se uma impermeabilização pelo exterior dos muros e no fundo da laje com manta bentonítica do tipo Voltex e uma argamassa impermeabilizante no muro voltado para a marina. Na interface das estacas com a manta bentonítica, uma vez que é uma zona mais frágil, utilizou-se um selante bentonítico “Bentoseal” como se vê na figura 4.34.. A impermeabilização do fundo foi realizada com a seguinte estruturação desde a base, como se constata com a análise da figura 4.31.: por uma primeira camada de brita compactada seguida de uma folha de polietileno; uma camada de betão de limpeza e por fim a manta bentonítica. Pode ver-se a aplicação destes materiais nas fotografias 4.37., 4.38. e 4.39.



Figura 4.37. – Aplicação da camada de brita compactada.



Figura 4.38. – Aplicação do betão de limpeza.



Figura 4.39. – Manta bentonítica.

4.3.3. ESTRUTURA SUPERIOR

A estrutura do edifício do Terminal de Cruzeiros de Leixões é praticamente toda construída em betão armado. Constituída quase na sua totalidade por lajes fungiformes maciças apoiadas nos pilares ou em paredes através dos capitéis, existem também zonas de lajes maciças apoiadas diretamente em vigas e paredes, principalmente nas zonas de vigas de bordadura. Os pisos que correspondem aos mezaninos, ou seja, o piso 2a e o piso 3a, foram realizados com estrutura mista composta por lajes colaborantes apoiada em vigas e em perfis metálicos atirantados à laje imediatamente superior. O Edifício apoia-se estruturalmente num conjunto de pilares inclinados em betão armado de grandes dimensões (1,8 metros de diâmetro) e num conjunto composto por dois núcleos rígidos e courettes também elas em betão armado.

De seguida, apresentam-se imagens nas figuras 4.40., 4.41., 4.42. e 4.43., onde é possível ter uma percepção dos pilares, núcleos rígidos e da obra em geral.



Figura 4.40. – Fotografia do pilar e do núcleo rígido



Figura 4.41. – Fotografia dos pilares do piso 0.



Figura 4.42 – Fotografia geral da obra



Figura 4.43. – Fotografia pilares em Y no piso

As lâminas que constituem as paredes do edifício foram executadas em betão armado pré-esforçado. Devido à sua forma e posição inclinada, para execução destas lâminas foi necessário recorrer a soluções não usuais. É possível ver a execução das lâminas nas figuras 4.44., 4.45., 4.46., 4.47., 4.48. e 4.49.



Figura 4.44. – Cofragens das paredes



Figura 4.45. – Cofragens das paredes.



Figura 4.46. – Execução das lâminas



Figura 4.47. – Cofragens e escoramentos da lâmina.



Figura 4.48. – Fotografia da execução das lâminas



Figura 4.49. – Fotografia onde se vê o escoramento das lâminas

A manga de acesso aos navios de cruzeiro foi realizada apoiada sobre o cais existente, recorrendo a uma solução em betão armado e apoiada sobre pilares mistos com afastamento de 9 metros. A cobertura da manga é também realizada em betão armado cuja espessura varia entre os 0,30 e os 0,25 metros. Foi necessário proceder a obras de reforço do cais existente. A execução da manga e a sua evolução é visível nas figuras 4.50., 4.51. e 4.52.



Figura 4.50. – Fotografia do início de trabalhos sobre o cais acostável onde já se veem os pilares da manga fixa.

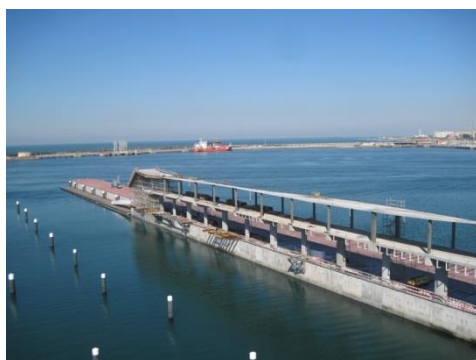


Figura 4.51.- Fotografia da Manga fixa



Figura 4.52. – Fotografia da Manga fixa vista do piso 0.

A pala dos autocarros inicia-se junto ao piso 1 e desenvolvendo-se até á zona mais elevada do Molhe Sul e é executada em betão armado pré-esforçado, ver figuras 4.53., 4.54., 4.55., 4.56., 4.57. e 4.58.



Figura 4.53. – Fotografia dos trabalhos na pala dos autocarros



Figura 4.54. – Trabalhos pala dos autocarros.



Figura 4.55. – Fotografia pala dos autocarros.

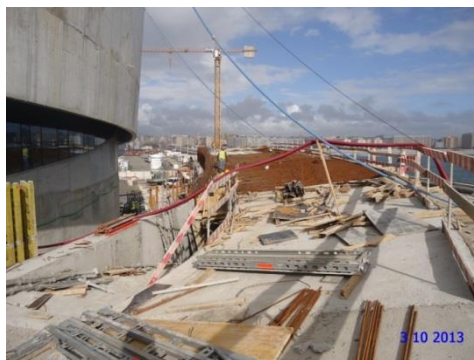


Figura 4.56. – Fotografia pala dos autocarros piso 1.

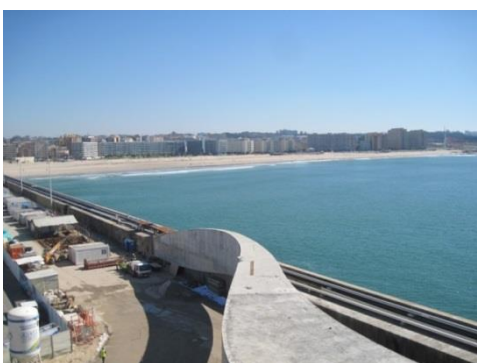


Figura 4.57.- Pala dos autocarros estruturalmente já terminada.



Figura 4.58.- Pala dos autocarros vista de baixo.

A rampa de acesso à baía de recreio tem cerca de 144 metros e tem origem no piso 2, conectando-o com o parque de recreio. É possível aceder a esta rampa através do piso 1, a meio da subida. Esta lâmina é também estruturalmente em betão pré-esforçado, ver figuras 4.59. e 4.60.

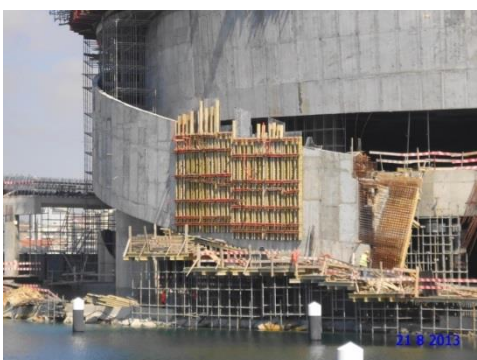


Figura 4.59. – Trabalhos na rampa de acesso ao parque de recreio.



Figura 4.60. – Rampa parque de recreios quase concluída estruturalmente.

4.3.4. ACABAMENTOS

A presente obra apresenta uma enorme diversidade ao nível dos acabamentos.

Começando pela zona de cave dedicada a estacionamento os acabamentos são em betão aparente, sendo as paredes e o teto, apenas alvo de uma pintura protetora transparente com impregnação hidrorrepelente à base de silicone. Já o pavimento é constituído por uma laje de microbetão C25/30 com 10 centímetros de espessura, incorporando fibras metálicas e um endurecedor cinzento de superfície, aplicado sobre o betão fresco. Nas áreas técnicas, utilizam-se praticamente as mesmas soluções, sendo que em alguns dos compartimentos o teto tem tratamento acústico. No Biotério nas paredes utiliza-se uma tinta epoxy de base aquosa, enquanto que no teto se aplica uma pintura de acabamento sobre gesso cartonado hidrófugo. No pavimento optou-se por um alisante epoxy aquoso isento de solventes com 2 milímetros de espessura. Como opção de revestimento para escadas e paredes de escadas exteriores utilizou-se uma placagem em granito amarelo de 3 centímetros colado sobre a betonilha com massa elástica. Algumas destas soluções de acabamento são visíveis nas figuras 4.61, 4.62. e 4.63.



Figura 4.61. – Fotografia do revestimento de placas de granito.

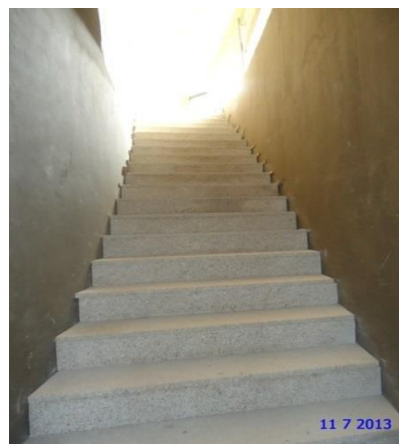


Figura 4.62. – Acabamento das escadas exteriores.



Figura 4.63. – Fotografia de pintura com tinta epoxy de base aquosa.

O piso 0 apresenta uma grande área exterior, a área destinada aos veículos, que é revestida com cubos de basalto olivínico de 11 centímetros. A restante área exterior pavimentos e paredes é revestida a lajeado de granito amarelo bujardado com 3 centímetros de espessura (figura 4.64. e 4.65.). A área exterior é separada da interior por um envidraçado que integra vários vãos de abrir (figura 4.66.). No interior, o pavimento terá o mesmo revestimento escovado. Estes envidraçados são constituídos por perfis metálicos e vidros duplos extra claros temperados com Heat Soak Test (reduz a probabilidade de o vidro se partir de forma espontânea, devido a expansão do sulfato de níquel), com espaço de ar de 16 milímetros e vidro interior laminado termo-endurecido e por vãos isolados de folha dupla e batente realizados com caixilharia de aço.

No teto será fixado um sub-teto em tela radial tensionada composta após a aplicação do isolamento térmico de poliuretano projetado com 60 milímetros na superfície inferior da laje do piso 1, ver figura 4.67.



Figura 4.64. – Fotografia das placas de granito e dos cubos de basalto no piso 0.



Figura 4.65. - Fotografia das placas de granito nas paredes no piso 0.



Figura 4.66. - Fotografia do envidraçado no piso 0.



Figura 4.67. – Tela Tensionada no Piso 0.

No piso 1, dedicado a zona de embarque/desembarque, existe uma grande área de envidraçados que é constituída por um sistema de vidro estrutural com fixação mecânica integrada e estruturado com contrafortes em vidro extra claro triplo 10+12+10 com 500 milímetros de profundidade e vidro de fachada duplo 10+16+13,5 (ver figuras 4.68. e 4.69.). Para as paredes, aplicou-se um revestimento cimentício polimérico alisado e envernizado em microcimento com 2 milímetros de espessura. Nos pavimentos o

revestimento é microcimento contínuo branco (ver figura 4.70. e 4.71.) com alta resistência e no teto utiliza-se um teto falso acústico contínuo com acabamento fino e sem juntas.

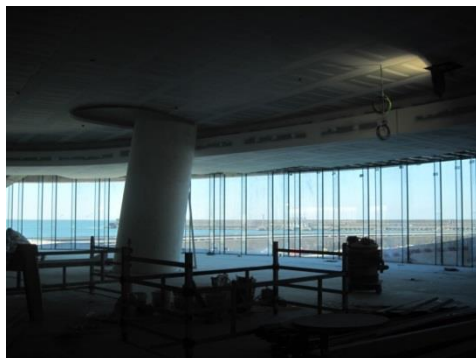


Figura 4.68. - Envidraçado piso 1.



Figura 4.69. - Envidraçado piso 1.



Figura 4.70. - Fotografia do pavimento com o microcimento.



Figura 4.71 - Fotografia do piso 1 praticamente terminado.

Já no piso 2, da Universidade do Porto, é aplicado no pavimento, nas áreas de acesso público, também um revestimento de microcimento branco e um teto falso de gesso cartonado com pintura plástica. As paredes divisórias são constituídas por blocos isolsónicos, que apresentam boas características relativamente a desempenho acústico, contra o fogo e rapidez de execução. Nos laboratórios, o pavimento será revestido com vinílico colado com 2 milímetros de espessura. A restante área das paredes é acabada com tinta epóxy aquosa e os tetos serão também revestidos com gesso cartonado, com uma pintura de acabamento.

No mezanino, piso 2ª, onde se situam os gabinetes dos investigadores, o pavimento utilizado é uma manta de linóleo acústica enquanto as paredes serão de gesso cartonado pintado com tinta aquosa. O acesso a este piso é feito por escadas pelo exterior e interior dos laboratórios. Pode – se ver algumas destas soluções nas figuras 4.72., 4.73., 4.74. e 4.75.



Figura 4.72. – Fotografia das paredes divisórias e início da execução do mezanino.



Figura 4.73. – Fotografia de um dos laboratórios no piso 2.



Figura 4.74. – Fotografia de um dos laboratórios no piso 2.



Figura 4.75. – Piso 2a visto do laboratório.

Nos pisos 3 e 3a encontram-se as áreas de divulgação científica, o restaurante e a sala polivalente, entre outras. A área dedicada a divulgação científica teve como escolhas de acabamento um teto acústico contínuo com acabamento fino e para o pavimento aplicou-se microcimento também contínuo ou seja, mantiveram-se as mesmas escolhas usadas no resto da estação de Passageiros. O piso 3 possui um grande envidraçado exterior com características iguais ao utilizado no piso 1 (figura 4.76.). No interior irá existir um envidraçado ondulado interior com pé direito duplo que será constituído por panos fixos (vidro extra-claro laminado), folhas pivotantes (vidro extra-claro temperado de 10 milímetros) e folhas móveis de encartar (vidro extra-claro temperado de 10 milímetros). As ferragens são em aço inox. Este envidraçado interior irá ser no piso 3 e 3a como se vê na figura 4.77.

A sala polivalente irá ser revestida, no teto e nas paredes, com um veludo especial aplicado em módulos individuais sobre uma esquadria de alumínio e forro de esponja, enquanto que o pavimento será revestido com um tecido específico, aplicado sobre a betonilha.

Na zona do restaurante, as paredes, pavimentos e teto serão revestidos com painéis de alumínio colorido.



Figura 4.76. – Fotografia do envidraçado exterior do piso 3.



Figura 4.77. - Fotografia do piso 3 já em fase de acabamentos.

A cobertura acessível inclinada é composta por bancadas de betão branco pré-fabricado como se vê nas figuras seguintes. O pavimento em lajetas de betão branco também e irá possuir uma guarda metálica.



Figura 4.78. – Fotografia da cobertura inclinada acessível.



Figura 4.79. – Fotografia da cobertura.



Figura 4.80. – Fotografia cobertura.

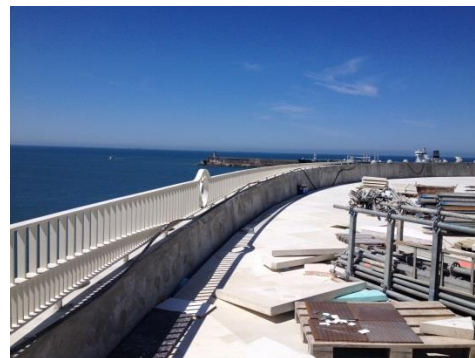


Figura 4.81 – Fotografia da cobertura.

No núcleo central, as paredes da lâmina interior serão revestidas com os módulos cerâmicos e o pavimento da rampa será de microcimento (ver figura 4.82.). O núcleo central irá ser revestido com envidraçados em toda a altura do lado interior à rampa (ver figura 4.83.)



Figura 4.82. – Fotografia da lâmina central que será revestida com peças cerâmicas.



Figura 4.83. – Fotografia dos envidraçados existentes no núcleo central.

A clarabóia é estruturada em perfis de alumínio suspensos das vigas de betão por peças de aço e é constituída por vidros duplos de 44,5 milímetros – vidro exterior temperado com 15 milímetros SGG Security (mais resistente e seguro), câmara de ar de 16 milímetros e vidro interior laminado e composto por dois vidros de 12 milímetros que são intercalados por 4 folhas de PVB com espessura de 1,52 milímetros (Poly Vinyl Butyry vantagens - parte mas não cai, isolamento acústico, proteção raios UV). Ver figuras 4.84., 4.85., 5.86. e 4.87.

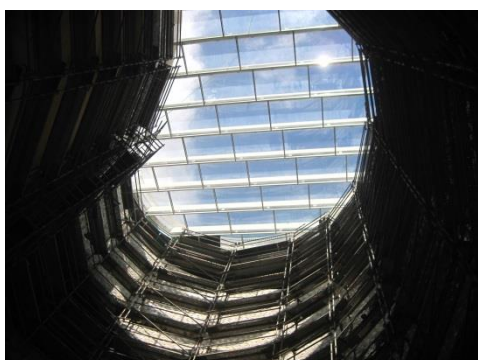


Figura 4.84. – Fotografia da clarabóia vista do interior.



Figura 4.85. – Fotografia da clarabóia vista do piso 3a.



Figura 4.86. – Fotografia das vigas de betão que constituem a clarabóia.

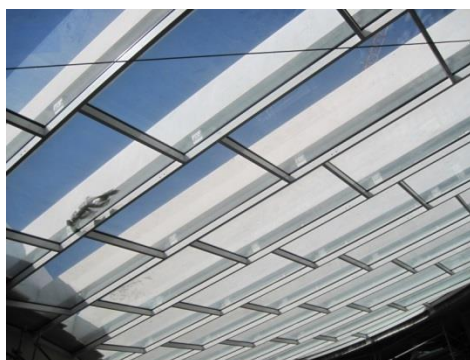


Figura 4.87. – Fotografia dos perfis de alumínio e vidro da clarabóia.

As paredes/lâminas são revestidas, tanto no interior como no exterior, com peças cerâmicas cerâmico. Os elementos tentaculares serão também revestidos por cerâmicos e os pavimentos com lajetas de betão branco. De notar que para a aplicação do cerâmico, tendo em conta as características das lâminas, é necessário recorrer a plataformas suspensas em vários locais que permitam a aplicação das peças. Nas figuras seguintes é possível ver algumas das abordagens utilizadas na aplicação dos cerâmicos.



Figura 4.88. – Aplicação dos cerâmicos no interior.



Figura 4.89. – Aplicação de cerâmicos no núcleo central.

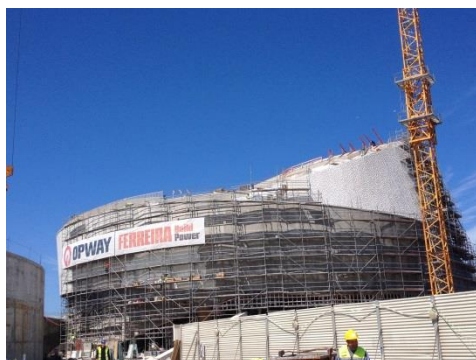


Figura 4.90. – Aplicação nas lâminas exteriores.



Figura 4.91. – Aplicação do revestimento exterior.

5

REVESTIMENTO EXTERIOR CERÂMICO – PLANEAMENTO E CONTROLO DE QUALIDADE E DE PRAZOS

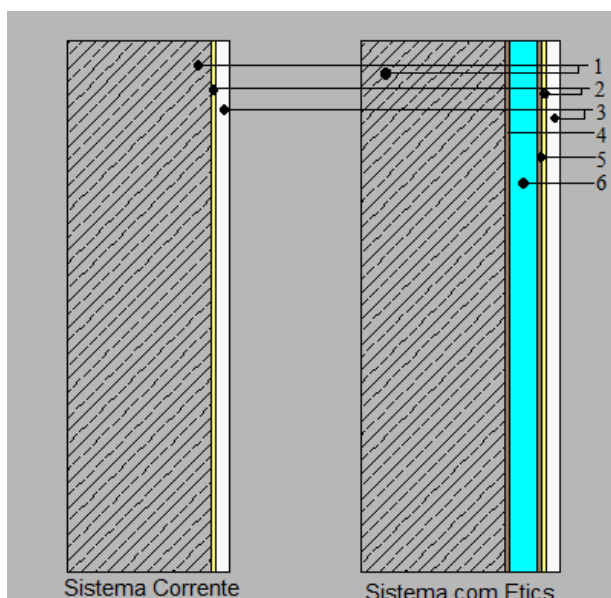
5.1. APRESENTAÇÃO DO SISTEMA EM ESTUDO

O Edifício do Terminal de Cruzeiro de Leixões da APDL tem como acabamento principal exterior um revestimento cerâmico, fornecido pela Vista Alegre Atlantis, S.A.. Longe de comuns, estas peças cerâmicos constituídos por quatro formatos diferentes, de fabrico especial e propositado, irão preencher uma área interior e exterior de cerca de 16000 metros quadrados somando um total de cerca de 850 mil peças cerâmicas e com um orçamento inicial de empreitada a rondar os 900 mil euros.

A aplicação deste revestimento está condicionada por vários fatores, tais como [29]:

- A invulgar geometria, com superfícies inclinadas a 60° e a 45° graus, sendo necessário recorrer a plataformas especiais, dificultando o acesso e a execução dos trabalhos e ao uso de diferentes tipos de andaimes;
- A existência de dois suportes diferentes para o assentamento – ‘capoto’/ETICS e betão armado;
- A obrigatoriedade de seguir em cada superfície uma estereotomia específica e uma zona de início de assentamento fornecida pelo arquiteto;
- As condições climatéricas que influenciam diretamente os trabalhos de assentamento;
- Necessidade de um planeamento eficaz e cuidado das atividades, devido aos condicionalismos expostos.

Um revestimento cerâmico colado ao suporte constitui um sistema composto pelo produto de assentamento/colagem, pelas peças cerâmicas que o constituem e normalmente pelo produto de preenchimento de juntas que, neste caso específico, não existe. Na figura 5.1., vê-se um esquema do sistema em estudo, no qual se representa um corte relativo à zona corrente, cujo suporte é de betão, e a zona com Etics, na qual o revestimento é aplicado sobre este sistema.



- 1 – Betão (20 cm); 2 - Cola ALL 9000 (0,3 cm); 3 – Peças cerâmicas (1 cm);
4 – Reboco e argamassa de colagem; 5 – Fixação mecânica, argamassa e rede de reforço;
6 – Placa isolante XPS (8 cm)

Figura 5.1. – Corte do sistema

Relativamente às zonas onde se aplica o ETICS, adotou-se um sistema da Weber chamado weber therm ceramic (ver figura 5.1. e 5.2.) que é específico para revestimentos cerâmicos, estando preparado para receber revestimentos cerâmicos pesados como é o caso. Em anexo encontra-se a ficha técnica relativa a este sistema. Os locais exteriores que têm este revestimento são a lâmina A do lado interior no piso 0 e a lâmina B também no interior na zona onde será a claraboia para a manga fixa.



Figura 5.2. – Fotografia do sistema Etics em construção.

A superfície de um revestimento cerâmico está sujeita a diferentes tipos de ações consoante o seu uso e o elemento que reveste, a sua localização e, o tipo de edifício (habitacional, comercial, hospitalar, serviços).

Encontramo-nos, neste caso, perante um revestimento de parede, situado em um edifício em ambiente marítimo cujo uso será de serviços.

A qualidade de um sistema deste tipo esta intrinsecamente ligada com o seu comportamento em fase de utilização e depende da sua conceção, da qualidade dos seus componentes, da compatibilização entre eles, do cumprimento das exigências funcionais, da qualidade da sua execução em obra e da sua capacidade de resistir aos movimentos entre o suporte e o sistema.

Segundo o LNEC, em [30], o desempenho em obra de um revestimento cerâmico é adequado quando se verifica o seguinte:

- Sistema especificado no Caderno de Encargos;
- Sistema adequado à utilização prevista;
- Constituintes do sistema compatíveis entre si e com o suporte;
- O suporte permite a execução do revestimento;
- Sistema corretamente executado;
- Não ocorrem tensões que provoquem o descolamento, durante a vida útil prevista para o sistema.

5.2. MATERIAIS UTILIZADOS SEGUNDO O CADERNO DE ENCARGOS

5.2.1. CERÂMICOS

O material de revestimento utilizado nesta obra pode ser definido como peças cerâmicas em grés vidradas de cor creme de quatro tipos diferentes: peças retangulares de canto, peças retangulares planas, peças hexagonais planas e peças hexagonais tridimensionais (ver figuras 5.3. e 5.4.). As peças hexagonais, que são as de maior dimensão, têm uma área de cerca de 200 cm² e uma largura máxima de cerca de 17 cm.



Figura 5.3. – Cerâmicos de canto e retangulares.



Figura 5.4. – Cerâmicos Hexagonais planos e tridimensionais.

Os cerâmicos de grés, com elevado grau de vitrificação, possuem características vantajosas como altas resistências à flexão, ao desgaste e à ação do gelo e também uma baixa absorção à água. O seu nível de desempenho cresce desta forma com o grau de vitrificação [30].

Neste caso, as peças cerâmicas possuem as seguintes características: uma absorção à água inferior a 3%; resistência ao choque térmico; resistência mecânica superior a 64 N/mm^2 .

As peças cerâmicas não apresentam um tardoiz contínuo, o que diminui a área de contacto entre estas e o produto de colagem e suporte, sendo de extrema importância cumprir os procedimentos à risca e conhecer as características e limitações dos materiais.

O processo de fabrico é por prensagem a seco e é considerado como o mais evoluído e designado por monocozedura. Como o nome indica, neste processo de monocozedura, os produtos passam apenas uma vez pelo forno, na qual a pasta cerâmica é ‘cozida’ e faz-se ao mesmo tempo a fixação dos vidrados.

Os cerâmicos podem ser considerados, segundo a Norma Europeia EN 14411 – “Ladrilhos cerâmicos. Definição, classificação, características e marcação”, relativamente ao seu processo de fabrico e absorção de água, como pertencentes ao Grupo BIb (ver Quadro 2.2.).

5.2.2. COLA

O material utilizado para o assentamento é uma cola reativa composta por adesivos bi-componentes de resinas elastoméricas poliuretânicas produzida pela Tecnokolla com referência ALL 9000. Esta argamassa cola permite a colagem e a impermeabilização do suporte, tem um tempo de abertura de cerca de 120 minutos, mas a sua utilização deve ser feita nos 50 minutos após a mistura dos dois componente, de forma a garantir uma boa trabalhabilidade. É necessário garantir uma temperatura entre os 10°C e os 35°C . Segundo a sua ficha técnica este produto tem um deslizamento vertical nulo, sendo de fácil aplicação, tendo elevada flexibilidade e um bom rendimento na ordem dos 3 kg/m^2 [31].

Este adesivo de colagem é classificado pela norma EN 12004 (ver Quadro 2.4. e 2.5.) como R2T o que significa que é um adesivo de resinas reativas de uma classe melhorada e com escorregamento muito reduzido. Apresenta também, uma grande deformabilidade sendo tixotrópico, ou seja, com grande viscosidade. Este facto apresenta grande importância, uma vez que uma maior deformabilidade permite absorver os movimentos provocados pelos grandes gradientes térmicos a que este revestimento cerâmico

irá estar sujeito após o seu assentamento. O produto utilizado na colagem tem como campo de aplicação o suporte em causa.

5.3. CONDIÇÕES TÉCNICAS DE PREPARAÇÃO DO SUPORTE

A aplicação do revestimento cerâmico rege-se pelas especificações existentes no Caderno de Encargos e no Projeto de Execução. No que diz respeito ao local inicial de assentamento em cada superfície, à estereotomia a cumprir e aos remates com fronteiras ou zonas singulares, esta informação é fornecida ao ACE pelo gabinete do arquiteto.

As especificações impõem que é necessário, antes do início dos trabalhos de assentamento, proceder a uma preparação do suporte de betão, após estar completo o processo de cura e garantindo a não existência de fissuração.

A preparação consiste em uma limpeza com água recorrendo a jatos de alta pressão, de forma a eliminar qualquer sujidade ou óleo que possam comprometer a aderência do revestimento. Relativamente à colagem é adotado um sistema de dupla colagem, o que significa que o adesivo cola é espalhado no suporte e no tardo das peças cerâmicas. Este processo permite garantir a ausência de vazios melhorando a qualidade do assentamento. O assentamento é feito com juntas largas não preenchidas. É recomendada a utilização de espaçadores não deformáveis.

Num estudo feito pelo CTCV – Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro, pedido pelo ACE Opway – Engenharia, S.A./Ferreira, S.A. foi proposto um barramento prévio de espessura reduzida do suporte com a cola adesiva ALL 9000, pelo menos 12 horas antes do início do assentamento, de forma a impermeabilizar a superfície do suporte, idealmente 24 horas. A superfície do tardo na qual se aplica a argamassa de colagem, fica reduzida ao perímetro da peça (cerca de 7,5 milímetros), uma vez que não apresenta o tardo contínuo.

O betão apresentava algumas irregularidades e problemas de fissuração significativos. Nestes casos, foi necessário proceder à sua reparação utilizando uma argamassa não retrátil de referência Emaco – Nanocrete R4 [32].

É necessário garantir também, a ausência de humidades e boas condições atmosféricas, uma vez que estas influenciam e modificam as características de aderência do produto de assentamento devido à evaporação demasiado rápida ou lenta dos constituintes líquidos da cola. Como é compreensível, uma exposição por parte da cola a uma forte ação do vento irá tornar o seu tempo de abertura menor, acontecendo o mesmo no caso de uma fachada sujeita à ação intensa do sol.

5.4. PROCEDIMENTO PARA APLICAÇÃO DOS CERÂMICOS

Após a preparação e limpeza do suporte, é necessário proceder à mistura da cola (figura 5.5.). Como já foi referido, a ALL 9000 é uma cola reativa, ou seja, o seu endurecimento é feito pela reação entre dois componentes designados por A e B. A mistura é feita deitando o líquido B na pasta A e usando um misturador para garantir uma mistura perfeita [31].



Figura 5.5. – Mistura da cola.

O barramento prévio do suporte é efetuado com a parte lisa da espátula, garantindo o total recobrimento da superfície. O processo de aplicação dos cerâmicos pode ser dividido em três fases [3]:

- 1º Fase – Aplicação sobre o suporte, utilizando uma talocha 3x3 mm, para estender o produto; utiliza-se o bordo liso e depois passa-se a parte denteada para retirar o excesso de produto; os cordões efetuados devem ser paralelos entre si; por fim passa-se de novo a talocha de forma a alisar a superfícies garantindo que só se estende numa área que permita respeitar o tempo em aberto da cola;
- 2º Fase – A aplicação sob o tardo das peças cerâmicas é efetuada com recurso ao uso de uma espátula; a argamassa de colagem é colocada no bordo perimetral exterior da peça;
- 3º Fase – Colocação das peças no suporte; é feita manualmente, exercendo uma pressão adequada.

Deve – se proceder à remoção imediata do excedente da cola. A limpeza dos cerâmicos, bem como das ferramentas deve ser feita com álcool etílico, enquanto o produto ainda se encontra fresco.

5.5. APLICAÇÃO DOS CERÂMICOS E DESENHOS DE PORMENOR

Antes de mais, é necessário proceder a uma explicação mais elucidativa acerca do funcionamento das lâminas que constituem o edifício do Terminal de Cruzeiros, de forma a permitir uma melhor compreensão, isto é possível através de uma análise das figuras 6.6., 6.7. e 6.8. Estas permitem perceber melhor a interligação entre as lâminas A e B que constituem o edifício em análise.

Como se constata, a lâmina A nasce no núcleo central no interior do edifício, faz o piso 3, cruzando-se com a lâmina B, constituindo uma parede no piso 1 e piso 0 terminando assim. Já a lâmina B, começa na manga fixa, cruza a lâmina A, dando a volta ao edifício e termina constituindo a rampa da marina. A pala dos autocarros também representada tem origem no piso 1.

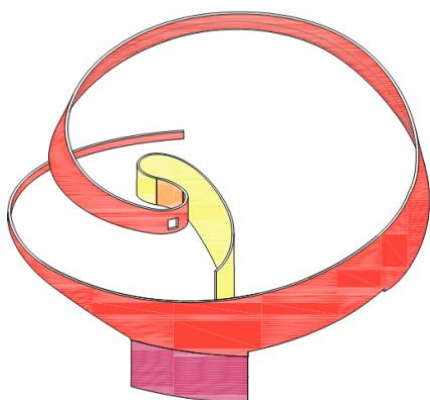


Figura 5.6. – Desenho lâmina A.

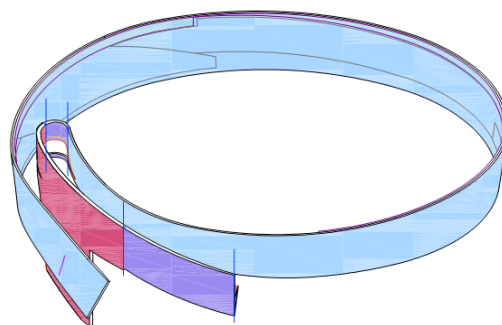


Figura 5.7. – Imagem lâmina B.

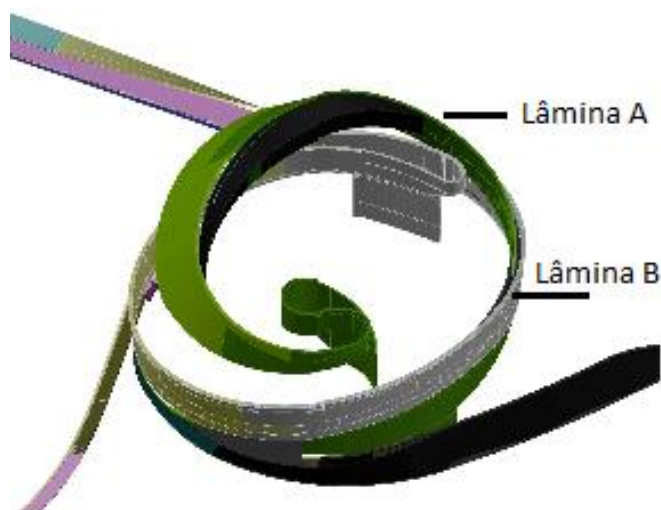


Figura 5.8. – Desenho elucidativo das lâminas A e B.

Como já foi referido anteriormente, a aplicação propriamente dita das peças cerâmicas rege-se por informação fornecida pelo arquiteto. Esta informação contém a estereotomia a efetuar, o local de início de assentamento, a inclinação das peças face ao plano horizontal, bem como os remates.

É de notar que o revestimento é feito essencialmente com as peças hexagonais tridimensionais. As peças hexagonais planas fazem os remates e as peças de canto e retangulares são utilizadas nos topos das lâminas.

Esta informação é fornecida através de desenhos elucidativos, que se apresentam de seguida. Notar que relativamente às cores nos esquemas, o amarelo representa peças hexagonais tridimensionais, o vermelho peças hexagonais tridimensionais seccionadas, o cor-de-rosa peças hexagonais planas, normalmente seccionadas, e o cor de laranja peças de canto. Sempre que possível mostram-se de seguida fotografias correspondentes aos desenhos fornecidos.

Nas figuras seguintes são visíveis um desenho geral e uma fotografia relativos a lâmina A exterior, figura 5.9. e 5.10.

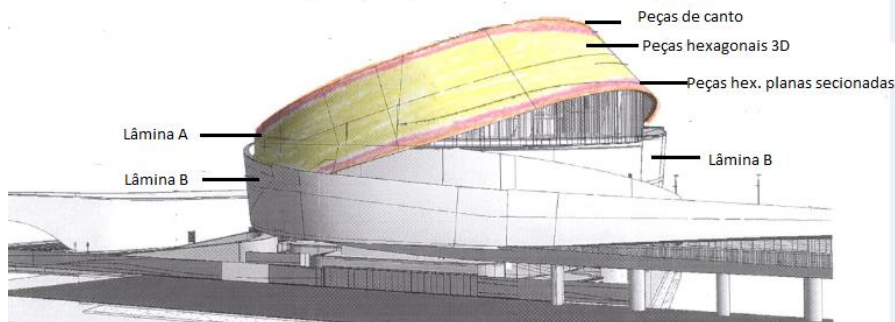


Figura 5.9. – Desenho esquemático Lâmina A zona corrente.



Figura 5.10. – Fotografia geral.

O alçado esquemático rebatido planificado, figura 5.11., representa o piso 3 interior e exterior, os seus pontos singulares e a estereotomia que os cerâmicos deverão seguir nestes pontos e em toda a lâmina A. A zona exterior e interior são separadas por um envidraçado. Como já foi referido e como pode ser visualizado, estes esquemas referem ainda a zona de início da aplicação e a inclinação das peças.

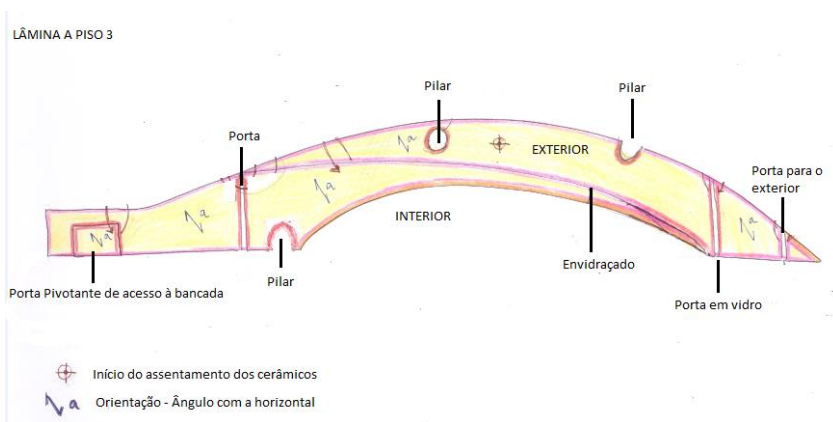


Figura 5.11. – Alçado esquemático rebatido planificado do interior e exterior.

A Lâmina B é representada de seguida, nas figuras 5.12. e 5.13., nas quais é possível visualizar o exterior e o lado interior da lâmina B. Considera-se como exterior a zona interior que irá dar acesso à manga fixa e que possui uma clarabóia.

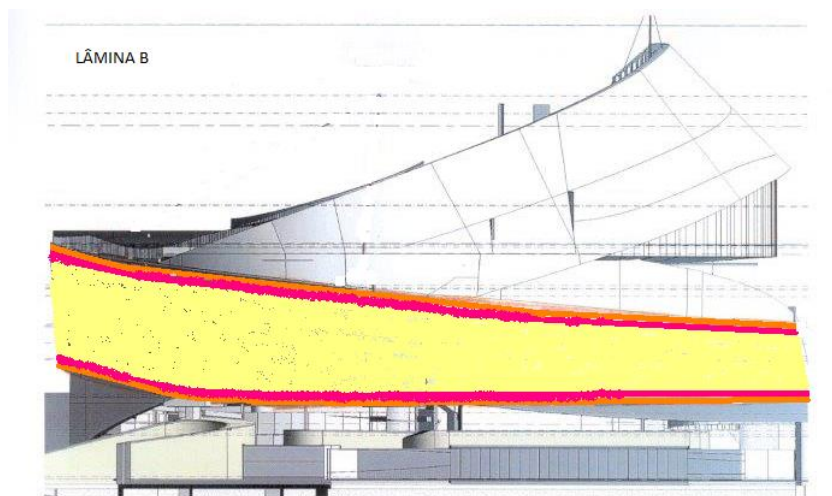


Figura 5.12. – Esquema referente ao exterior da lâmina B.

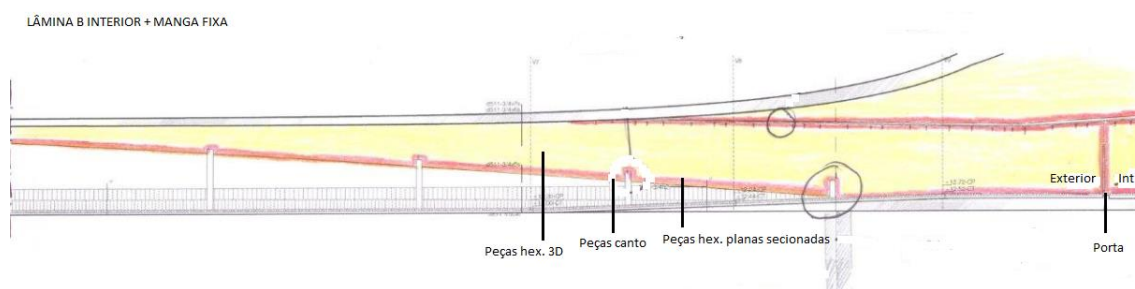


Figura 5.13. – Alçado planificado rebatido do lado interior da lâmina B que faz o teto da Manga Fixa e na qual é visível a separação com o espaço considerado zona interior.

Foram já apresentados os esquemas globais, referentes às duas lâminas que constituem o edifício. De seguida, expõem-se os desenhos/esquemas referentes à aplicação dos cerâmicos em alguns pontos singulares. Os pontos singulares são por exemplo zonas de interseção com envidraçados, com pilares, com portas, com a clarabóia da manga fixa, com as bancadas na cobertura, entre outros.

No piso 3, existem 4 situações que merecem especial atenção (ver figuras seguintes). Elas são o remate com o envidraçado, o remate com os pilares, o remate com as lajetas de betão branco e o remate com os degraus pré-fabricados de betão branco.

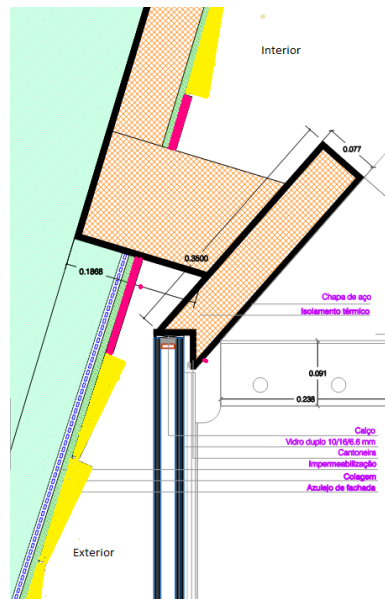


Figura 5.14. – Esquema do remate cerâmico com o envidraçado no piso 3 lâmina A.



Figura 5.15. – Fotografia Envidraçado do piso 3.



Figura 5.16.- Fotografia do remate do revestimento com o envidraçado no piso 3.

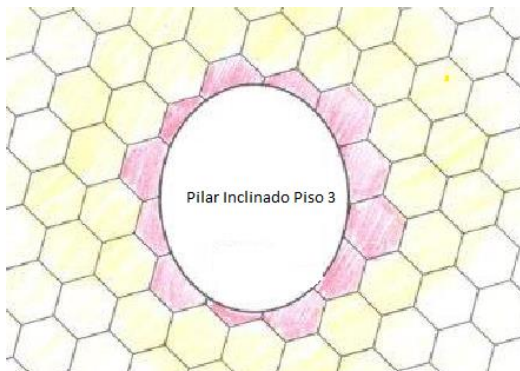


Figura 5.17. – Esquema rebatido da estereotomia das peças cerâmicas junto aos pilares.



Figura 5.18. – Fotografia do pilar do piso 3.

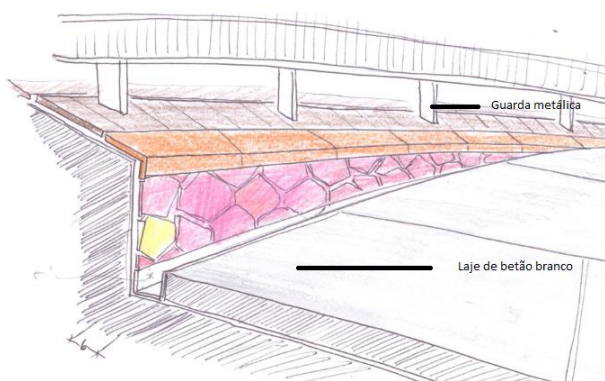


Figura 5.19. – Encontro do lajeado de betão branco na cobertura piso 3.



Figura 5.20. – Fotografia do pormenor do encontro das lajetas com a lâmina revestida a peças cerâmicas.

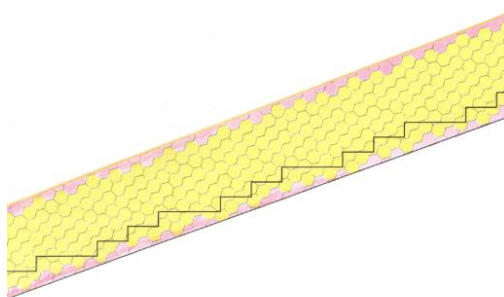


Figura 5.21. – Alçado esquemático das peças cerâmicas e degraus da bancada da cobertura.

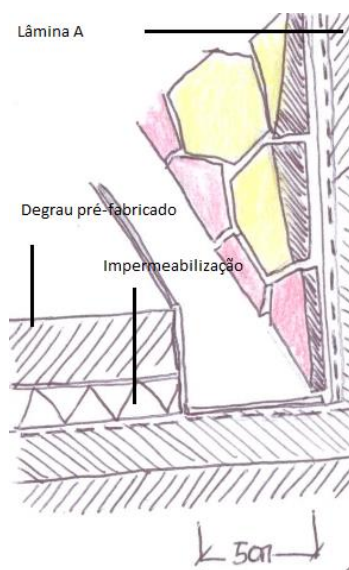


Figura 5.22. – Detalhe na cobertura, degraus da bancada com lâmina



Figura 5.23. – Fotografia dos degraus da bancada

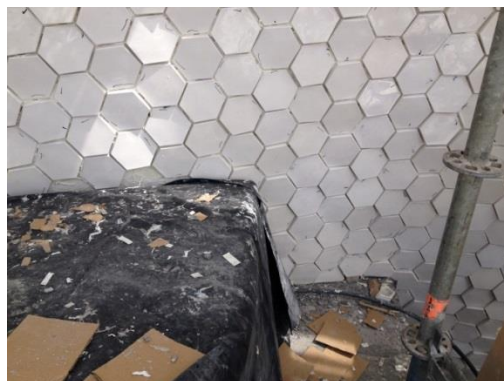


Figura 5.24. – Fotografia do pormenor dos degraus da cobertura.

Na interceção das duas lâminas A e B, entre os pisos 1, 2 e 3, existe uma zona a que se deu especial atenção devido a possuir mais singularidades. Neste local, como se pode ver na planta da figura 6.25., existe um corredor entre as lâminas que vai dar acesso à manga fixa e que possui uma clarabóia.

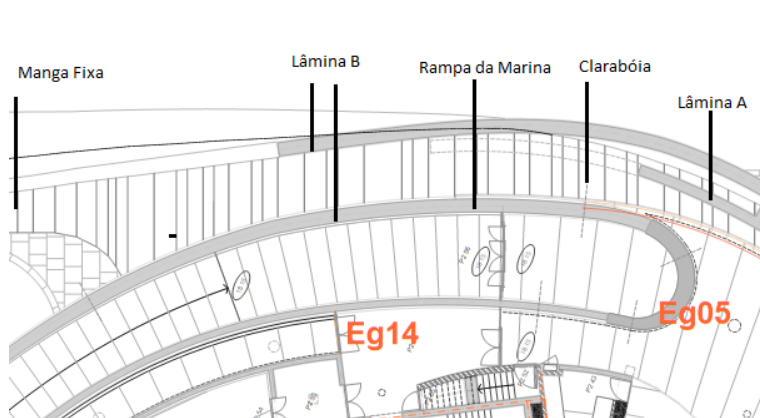


Figura 5.25. – Planta esquemática piso 2 zona de interceção das lâminas.

Os principais pontos singulares neste local envolvem a ligação entre o envidraçado e uma caleira existente entre a lâmina A e B exterior, ver figuras seguintes.

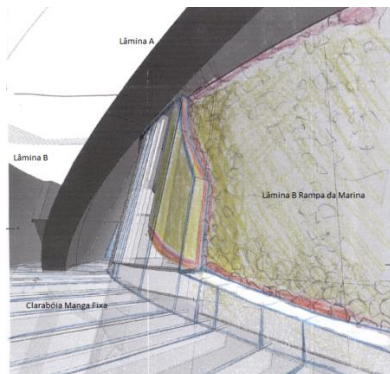


Figura 5.26. – Desenho piso 2 clarabóia da marina.

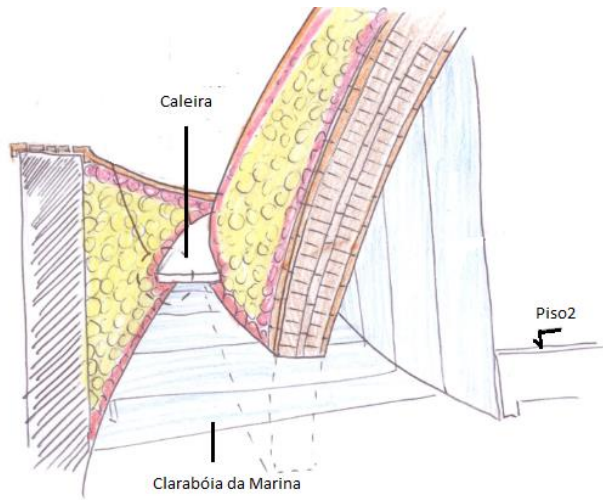


Figura 5.27. – Esquema onde se representa a estereotomia em contacto com a caleira e as lâminas.



Figura 5.28. – Fotografia zona de cruzamento das lâminas.

Relativamente à Manga fixa, esta também possui zonas ou pontos que necessitam de especial atenção, como se pode ser nas figuras seguintes.

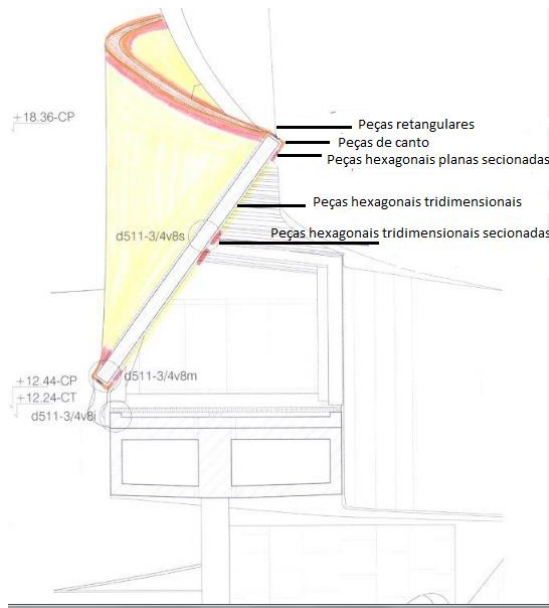


Figura 5.29. – Esquema do início da manga fixa.

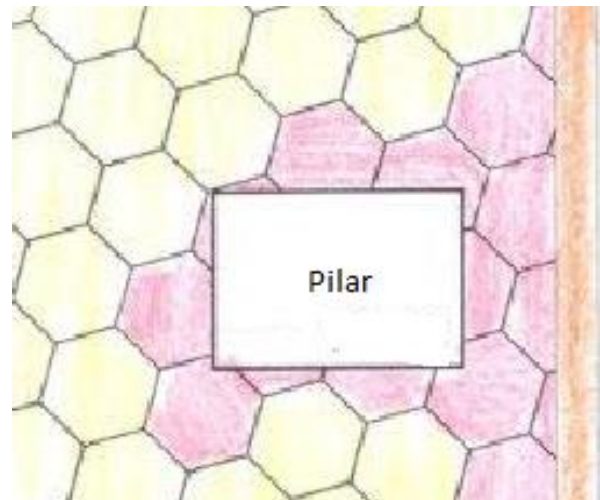


Figura 5.30. – Esquema da estereotomia dos pilares da manga fixa,

Existem zonas das quais ainda não foram entregues desenhos de pormenor do revestimento cerâmico como a pala dos autocarros e a rampa da marina.

5.6. CONTROLO DA QUALIDADE DO REVESTIMENTO EXTERIOR

5.6.1. CONTROLO DA QUALIDADE

Devido à importância deste revestimento no panorama geral da obra é necessário efetuar um controlo eficaz e eficiente de forma a garantir que este ocorre conforme o previsto no caderno de encargos. A preparação do suporte, o barramento prévio, a mistura e aplicação da cola respeitando o seu tempo de abertura e a dupla colagem e o assentamento de peças que se apresentem nas condições previstas, é fundamental para que todo o sistema funcione como é esperado,

A aplicação dos cerâmicos na obra em estudo começou primeiro pelo interior do edifício principalmente por um motivo. Este deveu-se à vontade de conhecer os materiais utilizados e a forma como estes se adaptam, o que permite no caso do aparecimento de eventuais problemas a sua mais fácil resolução. Por outro lado, tratando-se de um material único com o qual nunca ninguém antes havia trabalhado, optou-se numa fase inicial pela sua aplicação numa zona de menor risco e mais simples que permitia aos aplicadores ganharem experiência antes de passarem para o exterior que é a zona maior e mais exposta às intempéries, e que por isso necessita de mais cuidados.

Num primeiro impacto surgiram os seguintes problemas:

1. Escorregamento das peças;
2. Cumprir com a estereotomia pretendida pela Arquiteto;
3. A dificuldade em garantir juntas regulares com 2 milímetros.

Os problemas apresentados foram facilmente resolvidos. Relativamente ao escorregamento verificou-se que inicialmente os aplicadores estavam a utilizar excesso de cola, o que em conjunto com o “elevado” peso das peças cerâmicas provocava o deslizamento.

As peças hexagonais tridimensionais apresentam uma inclinação, ou seja, um dos lados é elevado face aos restantes. A estereotomia prevê que esta orientação não se repita nas peças adjacentes, Esta dificuldade foi vencida através da marcação com um marcador da zona mais baixa dos cerâmicos como se vê na figura 5.31.



Figura 5.31. – Fotografia das peças cerâmicas,

O problema das juntas não foi infelizmente resolvido, O objetivo de manter juntas regulares não é exequível, uma vez que as paredes apresentam curvatura ou dupla curvatura, existindo paredes côncavas e convexas e com raios pequenos e as próprias peças não são calibradas, ou seja existem diferenças de dimensões que apesar de pequenas influenciam as juntas. Como forma de tentar melhorar esta situação, utilizam-se espaçadores em linóleo tentando garantir as dimensões das juntas entre cerâmicos. Chama-se a atenção para a importância da existência de juntas no exterior. Devido aos movimentos associados aos gradientes térmicos e à expansão com a humidade, é imperativo garantir a existência de juntas com o risco de descolamento ou mesmo de explosão das peças. Uma vez que não existe material a preencher as juntas nada existe para contrariar a sua movimentação.

No início da aplicação no exterior surgiu um novo problema na aplicação. Ocorria um destacamento da peça logo após a sua aplicação originando uma pequena fissura na ligação com a cola, ver figura 5.32. Este problema foi notório em especial em zonas em que as lâminas se encontram inclinadas para dentro. A sua resolução passou por aumentar a quantidade de adesivo nos bordos das peças cerâmicas.



Figura 5.32. – Fotografia dos cerâmicos evidenciando a fissura [33].

Relativamente ao barramento prévio, verificou-se que quando esta camada é aplicada com dias de antecedência há uma acumulação de sujidade, como se vê na figura 5.33.. Foi recomendada a limpeza antes da aplicação. A sujidade acumula-se na parte inferior das lâminas.



Figura 5.33. – Fotografia da sujidade acumulada apos aplicação do barramento de impermeabilização.

É necessário também garantir uma boa impermeabilização do suporte garantindo o cobrimento de toda a superfície. Surgiu ultimamente um possível problema que decorre da utilização dos espaçadores de linóleo. Estes quando retirados deixam uma cavidade/buraco que pode originar patologias. Os aplicadores já foram alertados para o problema.

Devido à localização, o edifício a revestir está sujeito a uma forte ação do vento assim como, nas fachadas voltadas a sul e a poente, a uma intensa ação do sol. Estes fatores alteram as características da cola podendo prejudicar a aderência entre a cola e os cerâmicos. Considerou-se a possível utilização de uma rede de sombreamento e de uma rede vertical que assegurasse a proteção em relação ao vento. Esta solução, relativamente ao vento, foi contudo descartada uma vez que poderiam influenciar a segurança dos andaimes, podendo servir de ‘vela’. Adotaram-se medidas de prevenção, ou seja, os trabalhadores estendem uma menor área de cola de cada vez. Relativamente ao sombreamento, ainda não começou o assentamento em fachadas voltadas a sul.

O controlo da qualidade passa por fazer um acompanhamento permanente do assentamento. Este acompanhamento baseia-se nas seguintes tarefas:

- Garantir que a estereotomia é respeitada;
- Verificar se o procedimento de assentamento é corretamente efetuado;
- Garantir a existência de juntas;
- Fazer o seguimento dos lotes de cola e cerâmicos utilizados em cada local;
- Fazer controlo de stocks quer das peças cerâmicas quer da cola;
- Controlar as equipas em cada local.

Com o objetivo de garantir que o controlo da qualidade seja o mais rigoroso e melhor possível o ACE Opway – Engenharia/ Ferreira contratou o Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro (CTCV) para fazer o acompanhamento da obra como entidade consultora. Este acompanhamento baseia-se em visitas semanais à obra nas quais a autora da dissertação acompanha os Engenheiros expondo os problemas surgidos e ouve as sugestões feitas na perspectiva de melhorar os trabalhos, transmitindo-as ao responsável do ACE e ao subempreiteiro em obra. O CTCV realiza mensalmente um relatório das suas visitas.

O controlo diário é efetuado recorrendo a uma ficha de controlo do assentamento geral, proposta pelo CTCV, que se pode ver na figura 5.34. Nesta ficha faz-se o controlo do número de equipas por zona, da temperatura e das condições climáticas, dos lotes referentes à cola e aos cerâmicos e da quantidade de cola e de cerâmicos aplicados. É efetuada também uma “reportagem” fotográfica da aplicação e do assentamento.

Esta ficha permite a associação entre os locais de assentamento, as condições climáticas gerais e os lotes utilizados de cola e cerâmicos. Este facto apresenta uma importância elevada uma vez que, no caso de aparecerem patologias mais cedo que o previsto ou não previstas e se concluir que existia algum defeito num dado lote de cola ou peças cerâmicas, a referida ficha permite o rastreio até outros locais que poderão sofrer os mesmos problemas. A associação e interligação fácil entre estes dados permite uma maior facilidade de prevenção através da inspeção, manutenção ou mesmo substituição caso seja necessário.



Encargado	Fiscal	Director de Obra	Fiscalización
____/____/____	____/____/____	____/____/____	____/____/____

Ficha de Controlo de Qualidade - Revestimento Cerâmico Exterior					
Dono de Obra:					
Obra:					
Frete de Trabalho:					
Data:					
		Condições/Exigências	Resultado		Comentários/ Proposta de Melhorias
			Cumpr	Não Cumpr	
1.	Verificação dos Materiais				
1.1.	Quantidades necessárias	Sim/Não			
1.2.	Cerâmicos em conformidade com o previsto	Sim/Não			
1.3.	Cola previamente aprovada ALL 9000	Sim/Não			
2.	Preparação do Suporte				
2.1.	Suporte adequadamente curado	Sim/Não			
2.2.	Não apresenta fissuração	Sim/Não			
2.3.	Foi efetuada lavagem da superfície com jacto de água	Sim/Não			
2.4.	Planimetria adequada	Sim/Não			
2.5.	Suporte seco e isento de humidades	Sim/Não			
2.6.	Barramento prévio de impermeabilização efetuado 24 h antes	Sim/Não			
3.	Execução dos trabalhos				
3.1.	Condições Ambientais				
	Temperatura	5 °C < T < 30°			
	Ventos Fortes	Sim/Não			
	Chuva	Sim/Não			
	Incidência direta de raios solares	Sim/Não			
3.2.	Verificação da Cola				
	Estado fresco respeitando tempo de abertura	Sim/Não			
	Camada superficial mais espessa	Ausência			
3.3.	Verificação Peças Cerâmicas				
	Tardoz limpo e isento de poeiras	Sim/Não			
	Peças secas	Sim/Não			
3.4.	Técnica de Aplicação				
	Espalhamento da cola adequado	Sim/Não			
	Respeita Estereotomia	Sim/Não			
	Marcação da zona baixa das peças 3D	Sim/Não			
	Dupla Colagem	Sim/Não			
	Aplicação das peças exercendo pressão adequada	Sim/Não			
	Utilização de espaçadores de linóleo	Sim/Não			
3.5.	Limpeza				
	Limpeza das peças - retirar marcação e excessos de cola	Sim/Não			
	Limpeza das ferramentas	Sim/Não			

Controlo		
Nome	Função	Assinatura

Figura 5.35. – Ficha utilizada no controlo de qualidade.

De seguida, mostram-se algumas fotografias tiradas durante a operação de acompanhamento da execução do revestimento cerâmico exterior.



Figura 5.36. – Assentamento na cobertura.

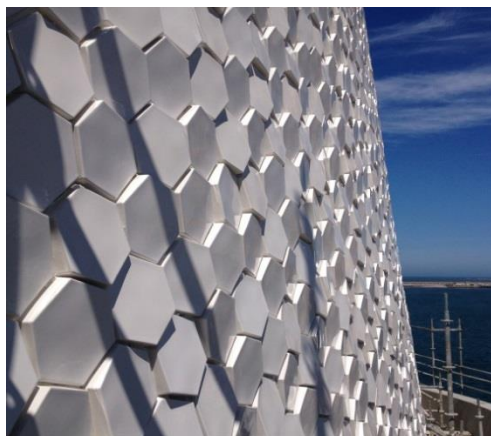


Figura 5.37. – Revestimento exterior da lâmina A no piso 3.



Figura 5.38. – Pormenor das peças cerâmicas.



Figura 5.39. – Entrada na rampa da marina.



Figura 5.40. – Local de interseção das lâminas com trabalhador a realizar a limpeza das peças.

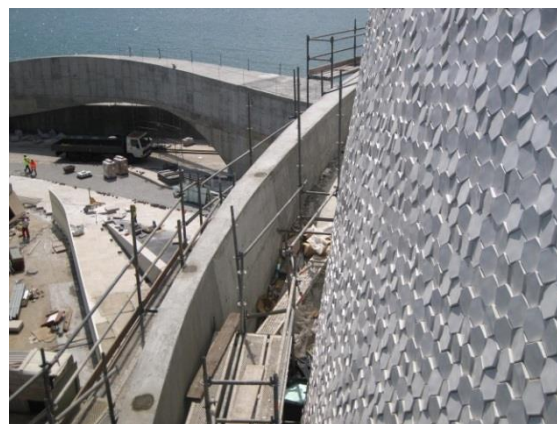


Figura 5.41. – Fotografia do revestimento na Lâmina A



Figura 5.42. – Assentamento na zona das plataformas suspensas.



Figura 5.43. – Topo da Lâmina A.



Figura 5.44. – Lâmina A no piso 0.



Figura 5.45. – Piso 3 exterior.

5.6.2. CONTROLO DA QUALIDADE PELO CTCV

Com o objetivo de conhecer melhor o comportamento do revestimento, de saber se este se encontra em conformidade com o previsto, ou seja, se cumpre os parâmetros de qualidade foram solicitados ao Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro (CTCV) a realização de ensaios de forma a estudar o comportamento destes cerâmicos. Os resultados dos ensaios foram retirados dos relatórios mensais efetuados pelo CTCV a pedido do ACE.

Relativamente às peças propriamente ditas considerou-se importante realizar ensaios de absorção à água e de determinação das dimensões, ver quadros 5.1. e 5.2. Constata-se que o ensaio relativo a absorção de água é bastante importante, esta deverá ser inferior a 3%, mas não pode ser demasiado baixa correndo o risco de comprometer a aderência com a cola. A determinação das dimensões das peças permite verificar se esta é uma das causas das quais deriva o problema existente com as juntas já exposto anteriormente.

Quadro 5.1. – Determinação da dimensão das peças.

Semana	Provetes	Dimensões (mm)								Média		
		Lado 1	Lado 2	Lado 3	Lado 4	Lado 5	Lado 6	Espessura Maior	Espessura Menor	Lados 1 a 6	Espessura Maior	Espessura Menor
14	1	84,9	84,1	82,2	81,8	83,9	85,2	30,7	11,9	84,1	30,5	12,1
	2	84,3	83,1	84,9	83,1	83,4	84,8	30,6	12,2			
	3	84,9	84,4	84,0	84,3	84,9	84,2	30,6	12,5			
	4	83,9	84,3	84,9	83,8	84,0	84,1	30,3	11,8			
	5	84,8	84,6	83,8	83,8	84,1	84,1	30,4	12,2			
15	1	83,7	84,4	83,8	83,2	83,2	84,0	30,2	12,0	83,7	30,1	12,0
	2	84,6	83,6	84,1	82,9	84,0	82,4	29,7	11,7			
	3	83,8	84,7	83,5	83,0	84,1	84,1	30,1	11,9			
	4	84,1	84,7	83,6	82,4	83,7	84,4	30,5	12,0			
	5	83,5	84,1	84,0	82,2	83,6	84,0	30,2	12,3			
16	1	83,9	83,8	84,5	83,6	83,8	85,5	30,8	11,7	84,3	30,3	11,9
	2	84,2	84,3	84,1	84,0	85,0	84,5	30,2	12,0			
	3	85,1	84,0	83,5	83,0	84,0	85,1	30,2	12,0			
	4	85,2	84,6	84,1	83,2	84,7	84,3	30,0	11,8			
	5	84,4	84,9	84,7	83,4	85,1	85,4	30,5	11,8			

Quadro 5.2. – Determinação da absorção da água.

Semana	Provetes	Absorção de Água (%)	
		Valores	Média
14	1	1,8	1,6
	2	1,6	
	3	1,5	
15	1	1,0	1,0
	2	0,7	
	3	1,2	
16	1	0,7	0,7
	2	0,7	
	3	0,8	

Os ensaios foram realizados recorrendo a peças fornecidas em semanas diferentes (semanas 14, 15 e 16) de forma a ensaiar peças de fabricos diferentes. As conclusões retiradas destes ensaios foram bastante positivas. Tanto a nível dimensional como da absorção da água as peças cerâmicas encontram-se dentro dos níveis previstos. Estes ensaios foram realizados em conformidade respectivamente com a norma EN ISO 10545-2 e EN ISO 10545-3 já apresentadas no capítulo 2. O objetivo destes ensaios é garantir a máxima qualidade do sistema de forma a este ter a durabilidade maior possível.

5.7. PLANEAMENTO E CONTROLO DE PRAZOS DO REVESTIMENTO EXTERIOR

O trabalho de revestimento cerâmico exterior a realizar compreende as áreas identificadas no quadro 5.3.

Quadro 5.3. – Áreas revestimento exterior.

Locais		M2
Piso 0	Lâmina A	482
Piso 1/Piso 2	Lâmina B	2614
Piso 3	Lâmina A	1868
Rampa da Marina	Paredes	878
	Tectos	399
Pala dos Autocarros	Paredes	1806
	Tectos	974
	Cobertura	853
Manga Fixa	Tectos	787
	Cobertura	883
Área Exterior Total		11544

O planeamento é fundamental em todas as obras. Além de ser necessário cumprir a data de entrega da obra, no caso em estudo existe uma grande condicionante associada às condições meteorológicas. Desta forma, é, dentro do possível, necessário fazer um balizamento das tarefas a efetuar de forma a terminarem em Outubro de 2014. É de notar que o assentamento só pode ocorrer em determinadas condições climáticas, ou seja, sem chuva e ventos fortes.

Como já foi referido, o assentamento do revestimento cerâmico começou pelo interior do edifício, o que permitiu retirar conclusões acerca de rendimento dos trabalhadores e do ritmo de entregas a cumprir por parte dos fornecedores das peças cerâmicas.

Inicialmente o planeamento foi realizado prevendo-se um rendimento de cerca de 10 m²/homem/dia. O revestimento do interior permitiu compreender que tal rendimento não era de todo possível.

O controlo da aplicação no interior permitiu tirar conclusões acerca de rendimentos reais. Tendo em consideração a maior dificuldade de aplicação no exterior e considerando todas as zonas de aplicação com o mesmo grau de dificuldade, considerou-se na execução do planeamento para o exterior um rendimento médio de 5 m²/homem/dia.

Concluiu-se também que o fornecimento de peças está restringido à capacidade produtiva diária da fábrica da Vista Alegre Atlantis, S.A., o que condiciona as tarefas de execução de revestimento, problema que não tinha sido tido em conta inicialmente.

Assim, o planeamento foi rigorosamente efetuado e baseia-se nos seguintes pressupostos:

- a) A entrega de cerâmicos está condicionada por parte da Vista Alegre Atlantis, S.A. a uma produção e entrega máxima de 6000 peças por dia em média;
- b) A não existência de juntas não permite a abertura de muitas frentes de trabalho, uma vez que, não se pode correr o risco que as frentes não fechem umas com as outras;
- c) O difícil acesso, posição e trabalho de assentamento propriamente dito não permite alocar a cada tarefa vários homens.

Na execução do planeamento relativo ao revestimento exterior foram consideradas 18 frentes de trabalho. Estas frentes de trabalho estão divididas nas zonas das lâminas onde se inicia ou se pode iniciar o assentamento. A figura 5.46. permite perceber melhor o funcionamento do edifício e dos seus “tentáculos”, sendo que toda esta área exterior será revestida a peças cerâmicas.

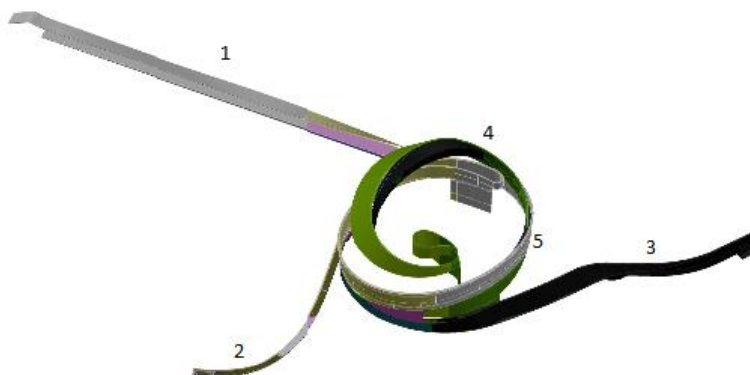


Figura 5.46. – Imagem tridimensional do edifício: 1 – Manga Fixa; 2- Rampa da Marina; 3 – Pala dos autocarros; 4 – Lâmina A; 5 - Lâmina B.

Nas zonas de divisão de frentes identificadas na figura 5.47., é de notar que a designação exterior ou interior, na enumeração das frentes, identifica o local na perspectiva de estar voltado para o exterior ou para dentro, ou seja, para o interior. Por outro lado, em cada local de corte, são consideradas duas frentes, uma para cada lado, esquerda - 1 e direita - 2.

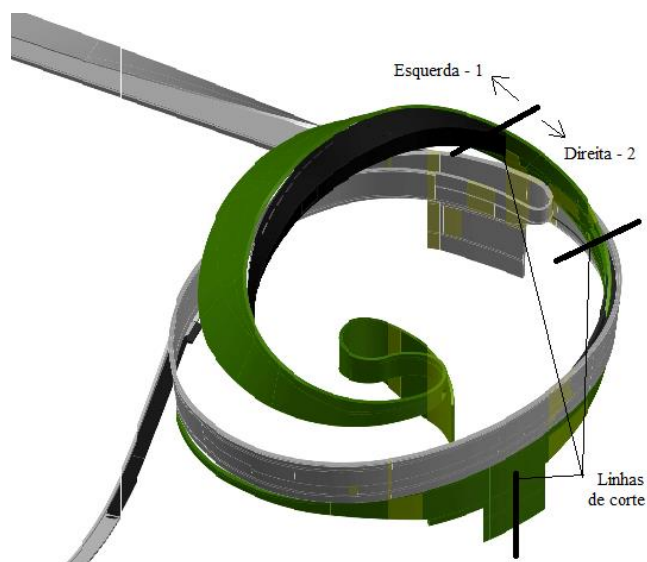


Figura 5.47. - Imagem do Edifício com local de corte de frentes assinalados.

As frentes/tarefas utilizadas para a realização do planeamento foram as seguintes:

→ A Lâmina A foi dividida, no local identificado na figura 6.47. em 7 frentes de trabalho:

- Lâmina A Exterior Piso 3_1;
- Lâmina A Exterior Piso 3_2;
- Lâmina A Interior Piso3_1;
- Lâmina A Interior Piso3_2;
- Lâmina A Exterior Piso0/1_1;
- Lâmina A Exterior Piso0/1_2;
- Lamina A Interior Piso 0.

→ A Lâmina B e a Manga Fixa permitiram a divisão em 3 frentes:

- Lâmina B Exterior_1 + Cobertura Manga Fixa;
- Lâmina B Exterior_2;
- Lamina B Interior + Teto Manga Fixa.

→ A Rampa da Marina determinou duas frentes de trabalho que se iniciam no edifício:

- Rampa da Marina_1;
- Rampa da Marina_2.

→ A pala dos autocarros, devido à sua geometria, ver figura 6.48., determinou a divisão em 6 frentes de trabalho. Neste caso a divisão é feita a meio da pala dos autocarros:

- Cobertura_1;
- Cobertura_2;
- Parede Exterior_1;
- Parede Exterior_2;
- Interior_1;
- Interior_2.

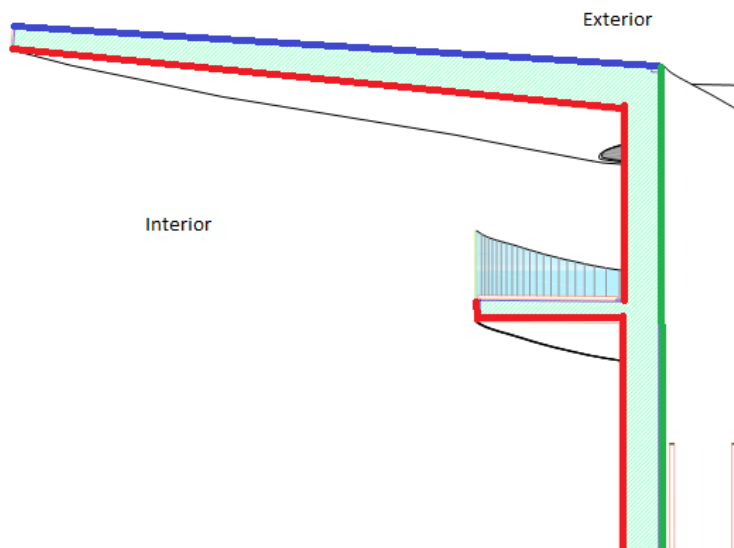


Figura 5.48. – Corte da Pala dos Autocarros com marcação a cor das zonas pertencentes as diferentes frentes consideradas: Cobertura – azul; Interior – Vermelho; Parede Exterior - Verde.

Existe ainda a questão do rendimento diário por aplicador. Não foram consideradas equipas no planeamento, apesar de ser necessário a existência de serventes que auxiliam e tratam da movimentação dos materiais, e de homens que se dedicam à limpeza das peças após aplicação. Estas funções, apesar de necessárias e fundamentais, não foram contabilizadas no planeamento uma vez que, a limitação existente deve-se ao número de peças cerâmicas entregues diariamente e não ao número de homens em obra. Neste caso, é a falta de material disponível para assentar que determina o número máximo de trabalhadores alocados a esta tarefa.

Deste modo, considerando que chegam 6000 peças diariamente, que 1 m² equivale aproximadamente a 50 peças e um rendimento de 5 m²/aplicador/dia é apenas possível ter a aplicar peças 24 homens por dia. Com estes dados é possível obter a duração prevista para cada tarefa, como se vê no quadro 5.4.

Quadro 5.4. – Cálculo das durações previstas para cada tarefa e do número de aplicadores por tarefa/frente.

PLANEAMENTO Cerâmico Exterior			Homens/Aplicadores	Duração com Rendimento 5m2/h/dia	
Frentes de trabalho Cerâmico Exterior		M2			
Lamina B Exterior	1 + Cob Manga Fixa	1267	4	63	
	2	1846	4	92	
Lamina B Interior + Tecto Manga Fixa	1	1171	3	78	
Rampa Marina	1	639	3	43	
	2	639	4	32	
Lamina A Exterior P3	1	900	3	60	
	2	500	3	33	
Lamina A Interior P3	1	374	3	25	
	2	93,5	2	9	
Lamina A Exterior P0/1	1	191	3	13	
	2	191	3	13	
Lamina A Interior P0	1	100	2	10	
Pala da autocarros	Cobertura	1	427	3	28
		2	427	3	28
	Parede Ext	1	452	3	30
		2	452	3	30
	Interior	1	939	4	47
		2	939	4	47
Σ Frentes	18	Σ m2	11544		

O planeamento propriamente dito foi realizado pela autora da dissertação em Microsoft Project, onde foram utilizados os elementos do quadro anterior.

A ordem pela qual as tarefas estão a ser realizadas (definição de prioridades e ordem) tem em consideração por um lado, como já foi referido, as zonas onde é possível começar a aplicação, e por outro a existência de andaimes já montados e por fim, tem em consideração que existe o objetivo de finalizar primeiro o edifício propriamente dito, deixando os tentáculos exteriores para o fim.

Uma vez que, o número de trabalhadores a aplicar cerâmicos está limitado a 24 homens dia, as tarefas identificadas no quadro acima não podem ser todas realizadas simultaneamente. A numeração das tarefas, o seu encadeamento e os trabalhadores que executam cada tarefa encontram-se apresentados na figura seguinte.

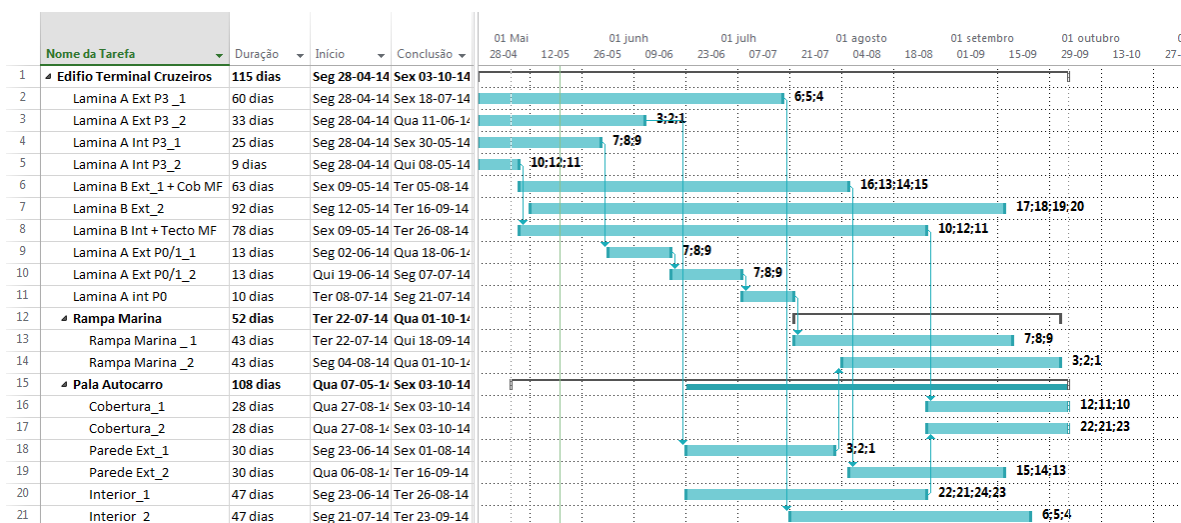


Figura 5.49. – Planeamento de aplicadores afetos à tarefa.

Analisando o planeamento efetuado na figura 5.49., verifica-se que não foram todos os recursos relativos a mão-de-obra, ou seja, os 24 homens colocados em atividade logo no início dos trabalhos de assentamento do revestimento cerâmico exterior.

O planeamento foi assim realizado, tendo em conta que havia homens a realizarem trabalhos de assentamento no interior do edifício. Por outro lado, verificaram-se problemas na entrega diária das peças.

A Vista Alegre Atlantis S.A. deparou-se com alguns problemas de produção, e especialmente ao nível da vidragem das peças, o que prejudicou o ritmo das entregas e consequentemente levantou problemas no processo de aplicação das peças. Uma vez que há menor número de peças, terá de haver menos homens a trabalharem no assentamento. Apenas na semana 20 do ano (12 a 16 de Maio) os fornecedores conseguiram cumprir com as quantidades diária planeadas e acordadas.

Este planeamento é otimista não prevendo a ocorrência de semanas de chuva nem a falta de material necessário para a realização do revestimento exterior.

Além do planeamento relativo à aplicação das peças cerâmicas foi também necessário realizar planos de entregas da cola ALL 9000. Como no caso dos cerâmicos, a aplicação no interior do edifício permitiu apurar rendimentos. O rendimento previsto e especificado pela Tecnokolla era de cerca de $2/3 \text{ kg/m}^2$. Como no caso anterior, este rendimento não se verificou. O plano de entregas foi realizado prevendo um rendimento de cerca de 5 kg/m^2 , já tendo em conta que no exterior se gasta mais cola, quanto mais não seja por causa do barramento para impermeabilizar.

Considerando os cerca de 16000 m^2 de revestimento total, o rendimento de cola de 5 kg/m^2 , a realização de $120 \text{ m}^2/\text{dia}$, concluiu-se que se prevê um gasto de 600 kg diário. Com o pressuposto que um mês tem cerca de 25 dias e que apesar de não se querer ter stock de vários lotes também não se pode correr o risco de haver falta de cola, ou seja, tem de vir com folga, foi elaborado, pela autora da dissertação, o seguinte plano de entregas (quadro 5.5.):

Quadro 5.5. – Plano de entregas da cola ALL 9000.

Cola ALL9000	
Data de Entrega	Quantidade kg
21 de Janeiro	14400
28 Abril- 2 Maio	15000
2 - 6 Junho	15000
30 Junho - 4 Julho	15000

Este plano foi feito no início do mês de Abril. No lote inicial, como era de prever, não aconteceu a aplicação diária de 600 kg . O controlo das quantidades aplicadas, à data da execução deste plano, permitiu planear a duração que o lote inicial ainda tinha e realizar o plano de fornecimento aqui descrito.

Este plano tem de ser respeitado por parte dos fornecedores. Ao considerar por excesso os 16000 m^2 e um rendimento de 5 kg/m^2 daria um total de cola de cerca de 80000 kg . O plano à data apenas prevê a entrega de 59400 kg . O plano de fornecimento de cola irá ser revisto logo que existam dados de consumos médios suficientemente fiáveis. Esclarece-se desde já que o consumo real neste momento é de cerca de $5,5 \text{ kg/m}^2$.

O controlo dos prazos compreende o acompanhamento da evolução da aplicação do revestimento exterior. O controlo é feito semanalmente permitindo tirar conclusões acerca de atrasos ou adiantamentos em cada tarefa que se encontra a decorrer e prever o seu significado no plano geral.

Este acompanhamento permite apurar rendimentos reais e o que é necessário retificar e ir alterando o planeamento inicialmente realizado. E permite, caso seja necessário, proceder a alterações como por exemplo aumentar o número de homens ou pedir ao fornecedor a entrega de mais peças de forma a cumprir prazos.

No início do mês de Junho foram apurados rendimentos totais, ou seja, relativos ao interior e ao exterior, relativos à mão- de-obra e ao gasto de cola. Sublinha-se que nas últimas semanas consideradas, a aplicação no interior do edifício é residual.

Nos quadros seguintes mostram-se os resultados obtidos:

Quadro 5.6. – Rendimentos dos trabalhadores.

Número Semanal de Trabalhadores	Nº. médio Trabalhadores	Nº. médio de dias	Nº. de Cerâmicos	M ² de Peças Hex 3D	Rendimento m ² /homem/dia	Rendimento Total m ² /homem/dia
Semana 13	3					
Semana 14	7					
Semana 15	11	11,1	35	114804	2296	5,93
Semana 16	14					
Semana 17	14					
Semana 18	16					
Semana 19	15					
Semana 20	10	12	19	53154	1063	4,52
Semana 21	11					
Semana 22	13					

Analisando o Quadro 5.6. constata-se que o rendimento global está conforme o previsto, embora nas últimas semanas este esteja ligeiramente abaixo dos 5 m²/dia/homem. Relativamente à mão-de-obra o subempreiteiro não está a conseguir garantir os 24 homens a aplicar cerâmicos por dia. Este facto atrasa bastante as durações previstas e o planeamento inicialmente elaborado. Como solução para este problema, será contratada uma nova equipa que irá abrir novas frentes de trabalho.

Relativamente ao consumo da cola ALL 900 foram efetuados cálculos do assentamento geral que se estimou estar na ordem dos 6,23 kg/m². É necessário relembrar que nos cálculos totais estão os gastos relativos ao revestimento interior logo, foram realizados cálculos apenas tendo em conta o assentamento exterior, ver quadro 5.8., no qual o consumo está bastante acima do previsto que seria cerca de 5 kg/m². Uma das causas pode ser devida a uma camada de impermeabilização espessa demais. Outra causa possível deve-se à presença de imperfeições no betão que necessitam ser preenchidas pela cola. Salienta-se o facto que este aumento de 1,72 kg/m² ser muito significativo uma vez que se refere a milhares de metros quadrados.

Quadro 5.7. – Apuramento do rendimento total da cola ALL 9000 realizado a 3 de Junho de 2014.

M ² Totais Executados	Cola Utilizada total	Consumo kg/m ²
3359	20920	6,23

Quadro 5.8. – Rendimentos relativos apenas ao assentamento no exterior realizado a 3 de Junho 2014.

M ² no Exterior Executados	Cola Kg	Consumo no Exterior kg/m ²
1968	13220	6,72

Os resultados obtidos permitem a realização de um novo planeamento mais atualizado e preciso. Por outro lado, a abertura de frentes não ocorreu de acordo com o encadeamento previsto.

5.8. ESTIMATIVA DA VIDA ÚTIL (ANTES DA OBRA)

Para conhecer a vida útil estimada do revestimento cerâmico exterior em estudo, aplica-se o método fatorial, presente na norma ISO 15686 – 1, específico para o caso de revestimento cerâmicos colados, conforme apresentado no capítulo 2. Para a aplicação deste método é necessário em primeiro lugar partir de uma vida útil de referência (VUR) que para o caso deste tipo de revestimento é 51 anos. Em seguida é necessário, com base no quadro 2.9. e nas características do revestimento, atribuir valores aos fatores de multiplicação. Relembra – se de seguida a fórmula a utilizar para o cálculo da vida útil estimada (VUE) e o significado de cada fator:

$$VUE = VUR \times A1 \times A2 \times A3 \times B1 \times B2 \times B3 \times C1 \times E1 \times E2 \times E3 \times E4 \times G1 \times G2 \quad (5.1.)$$

Significado de cada fator:

- A1 – Acabamento do cerâmico – vidrado ou não vidrado;
- A2 – Cor do cerâmico;
- A3 – Dimensões;
- B1 – Condição do substrato;
- B2 – Juntas periféricas;
- B3 – Proteção periférica do cerâmico;
- C1 – Nível de execução;
- E1 – orientação da fachada;
- E2 – Ação do vento/chuva;
- E3 – Proximidade ao mar;
- E4 – Humidade;
- G1 – Existência de manutenção;
- G2 – Facilidade de inspeção.

No quadro seguinte, onde se encontram os valores a considerar para o cálculo, estão marcados a verde os valores a utilizar no caso em estudo.

Quadro 5.9. – Valores a utilizar na aplicação do método factorial.

Fatores	Sub-fatores	Valor a utilizar	Fatores	Sub-fatores	Valor a utilizar
A1 - Acabamento do cerâmico	Vitrado	1,050	E1 - Orientação da Fachada	Norte	0,950
	Não vitrado	0,850		Sul	1,000
A2 - Cor do cerâmico	Clara	1,000		Este	1,050
	Escuras	1,000		Oeste	1,050
	Branco	1,025	E2 - Ação vento/chuva	Baixa	1,125
A3 - Dimensão	L < 20 cm	1,000		Moderada	1,000
	L > 20 cm	0,800		Severa	0,975
B1 - Condição do Substrato	Alvenaria	1,000	E3 - Proximidade com o mar	< 1 km	0,925
	Betão	1,000		> 1 e < 5 km	0,950
B2 - Juntas periféricas	Sim	1,025		> 5 km	1,050
	Não	1,000	E4 - Exposição à humidade	Alta	0,900
B3 - Proteção periférica	Sim	1,000		Baixa	1,050
	Não	1,000	G1 - Regularidade de manutenção	Sim	1,350
C1 - Nível de execução	Adequado	1,000		Não	1,000
	Não adequado	0,500	G2 - Facilidade de Inspeção	Corrente	1,000
				Desfavorável	0,950

Como já especificado os cerâmicos aplicados no Edifício do Terminal de Cruzeiros de Leixões da APDL são de cor creme e vitrados, tendo uma largura máxima de cerca de 17 centímetros e sendo o suporte em betão armado. Considera-se este suporte de forma genérica uma vez que, as zonas onde o suporte é de Etics são menores e por outro lado este tipo de suporte não é considerado no quadro 5.4.. Não existem neste revestimento nem juntas periféricas nem entre peças e seu nível de execução é considerado como adequado. Relativamente às características do ambiente exterior, considera-se a orientação de fachada mais prejudicial, ou seja, fachada voltada a norte, que o edifício se encontra sujeito a uma ação severa tanto de vento e chuva, rodeado pelo mar e exposto a uma humidade alta. Não estão previstas ações de manutenção e a inspeção não é de todo fácil. Aplicando a fórmula (5.1.) a vida útil estimada será cerca de:

$$VUE = 51 \times 1,050 \times 1,00 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 \times 1,000 \times 0,950 \times 0,975 \times 0,925 \times 0,900 \times 1,000 \times 0,950 = 39,2 \text{ anos} \quad (5.2.)$$

A vida útil estimada por aplicação do método factorial é de 39 anos.

5.9. REFLEXÃO SOBRE QUESTÕES DE DURABILIDADE

Um revestimento exterior deste tipo, colado sobre o suporte de betão, no ambiente em que o edifício do Terminal de Cruzeiros se encontra, levanta questões relativas à durabilidade.

Considerando o tipo e ocupação a que o Edifício de Passageiros do Terminal de Cruzeiros se destina e com base no quadro 2.7. (capítulo 2), pode-se afirmar que este se encontra na categoria permanente com duração mínima prevista da vida útil de 100 anos. Recorda-se que, nesta categoria estão inseridos monumentos e edifícios pertencentes ao património nacional, museus, arquivos e edifícios emblemáticos. O edifício em estudo é tido como um edifício emblemático, fazendo parte do património nacional.

Conhecendo a durabilidade prevista para a construção é possível, com base no quadro 2.8., prever e retirar conclusões acerca da durabilidade que o revestimento exterior deveria ter. O estudo efetuado do revestimento cerâmico exterior, à base de peças cerâmicas coladas sobre o betão, permite concluir que este não é reparável nem facilmente substituído ou substituível com algum esforço.

Este facto é óbvio, bastando para isso ter em consideração todas as condicionantes (andaimes especiais, plataformas suspensas, planos inclinados, etc.) e às dificuldades atribuídas à execução deste revestimento, não esquecendo a enorme área na qual este se encontra e o grande custo económico associado, pode – se afirmar que a sua durabilidade deverá ser igual à do edifício, ou seja, duração mínima de 100 anos.

Como se constatou este revestimento tem uma vida útil estimada pelo método factorial de cerca de 39 anos. Esta durabilidade é bastante inferior, aliás menos de metade da durabilidade razoável e prevista.

Aliado a esta constatação acerca da vida útil estimada há ainda fatores que poderão propiciar o aparecimento de patologias mais cedo que o normal.

Relativamente às patologias previstas como exposto no capítulo 2, as patologias que mais se manifestam em revestimentos cerâmicos exteriores, são o descolamento e a fissuração das peças cerâmicas. Este fato é, no caso em estudo, bastante agravado pela inexistência do preenchimento das juntas entre peças e pela não execução de juntas construtivas e periféricas. As juntas permitem a absorção dos movimentos entre peças provocados pela expansão e contração devido a variações da humidade. A ausência de juntas aliado ao facto de não se conseguir garantir, no assentamento, a largura constante entre juntas e sendo estas muitas vezes quase inexistentes irá provocar a criação de tensões que poderão originar as patologias referidas. Na figura 5.50. estão assinalados locais onde as peças se encontram praticamente em contacto.



Figura 5.50. – Fotografia do revestimento cerâmico exterior no piso 0.

Por outro lado, o não preenchimento de juntas é menos fiável relativamente á estanqueidade à água. A possibilidade de deixar zonas sem cola e a deteriorização do material de colagem com o tempo aumentam o risco de infiltrações para o interior, no caso de o suporte não estar protegido, e o risco de descolamento ou fissuração, caso a água entre para o tardo das peças cerâmicas. Este risco é acrescido pelo uso dos espaçadores de linóleo que, quando retirados tardiamente, deixam um pequeno buraco, ver figura 5.51..



Figura 5.51. – Fotografia revestimento lâmina B.

O não preenchimento das juntas propicia a acumulação de sujidade e no ambiente húmido em que o edifício se encontra poderá ocorrer o desenvolvimento de microrganismos como algas, fungos e bolores.

Mais relacionados com a durabilidade e com aparecimento de eventuais patologias foram realizados pelo CTCV ensaios ao nevoeiro salino, a resistência à fendilhagem e à expansão com a humidade. Não se considerou como fundamental realizar ensaios ao choque térmico, devido às características quer das peças cerâmicas quer da cola ALL 9000.

Os resultados obtidos relativamente à resistência à fendilhagem de ladrilhos cerâmicos foram muito positivos. Não ocorreu a fendilhagem do vidro de nenhuma das peças ensaiadas [34]. Estes foram realizados em conformidade com a norma ISO 10545 - 1.

Relativamente ao ensaio da expansão com a humidade das peças cerâmicas, em conformidade com a norma ISO 10545 – 10, os resultados obtidos foram os apresentados no quadro 6.10. Os resultados obtidos permitem concluir que a expansão é quase inexistente.

Quadro 5.10. – Resultados de ensaio da determinação da expansão com a humidade [34].

Semana	Provetes	Exp. Hum (mm/m)
17	1	0,00
	2	0,00
	3	0,00
	4	0,00
	5	0,00
18	1	0,10
	2	0,00
	3	0,00
	4	0,00
	5	0,00
19	1	0,00
	2	0,00
	3	0,00
	4	0,00
	5	0,00

O nevoeiro salino provoca, devido à interação dos sais que contém com os materiais, uma degradação acelerada dos revestimentos cerâmicos [9]. A ação do nevoeiro salino está intrinsecamente ligada à porosidade dos materiais, ou seja à sua absorção à água. A porosidade das peças cerâmicas é fundamental para conhecer a penetração de soluções que provocam a sua mais rápida deterioração. O ensaio ao nevoeiro salino tem como objetivo simular as condições a que o revestimento está exposto, sendo este o principal fator de degradação dos materiais em ambiente marítimo. Infelizmente os resultados do ensaio

referente ao nevoeiro salino não foram obtidos a tempo da entrega do presente trabalho. Contudo o feedback dado e previsto é positivo.

Como se constata o material apresenta características positivas, quer em relação à expansão com a humidade bem como à fendilhação do vidro e à deteriorização na presença do nevoeiro salino. Porém as anomalias podem ocorrer devido a outros variados fatores como por exemplo: deficiências na aplicação ou no suporte; entrada de água; restrições de dilatações ou retrações entre o cerâmico e o suporte; movimentos do suporte.

Relativamente à existência de planos de limpeza, inspeção ou manutenção periódicos, não estão previstos nenhuns dos anteriores mencionados. Existirá alguma autolimpeza com as águas das chuvas mas que serão apenas capazes de eliminar pequenas poeiras. Toda a sujidade que ficará presa nas juntas será mais difícil de eliminar. Alguma sujidade já é bastante visível como se constata nas figuras seguintes. A sujidade pensa-se que será proveniente quer dos trabalhos da obra ainda a decorrer, das aves e das partículas em suspensão vindas da refinaria. O buraco quando se retiram os espaçadores é também uma fonte de acumulação de sujidades.



Figura 5.52. – Fotografia dos cerâmicos da lâmina A.



Figura 5.53. – Fotografia pormenor dos cerâmicos onde se vê bastante sujidade.



Figura 5.54. – Fotografia da lâmina A.



Figura 5.55. – Fotografia lâmina A.



Figura 5.56. – Fotografia onde é visível sujidade.



Figura 5.57. – Fotografia onde é visível sujidade.

Relativamente à durabilidade é possível concluir, com base no estudo efetuado, que o revestimento cerâmico exterior irá ser alvo de uma substituição total cerca de duas vezes durante a vida útil do edifício. Por outro lado, este sistema não será o único que irá necessitar de substituições. Não se prevê que os acabamentos exteriores, como por exemplo as caixilharias, a cobertura exterior ou a tela tensionada, tenham uma duração de 100 anos.

5.10. PROPOSTA DE UMA FICHA DE INSPEÇÃO

Um edifício emblemático, arquitetonicamente inovador e com valor para o património nacional, como o em estudo, deve possuir um Plano de Manutenção Preventiva. Relativamente à atividade em foque nesta dissertação, o revestimento exterior, quer devido à sua localização (ambiente muito agressivo) quer ao elevadíssimo investimento inicial como ao grande impacto deste no aspeto estético do edifício considera-se essencial a elaboração de um plano de manutenção preventiva.

Um plano de manutenção preventiva tem por base as seguintes partes [35]:

- Inspeção;
- Limpezas;
- Medidas de pró-ação - tratamento de manutenção;
- Reparação;
- Substituição.

As fases acima referidas são de seguida descritas de forma sucinta [35-37]:

- Inspeção - É realizada a inspeção visual do elemento procurando a existência de patologias/anomalias.
- Limpeza – Intervenções que devem ser realizadas em curtos ciclos de tempo. Limpam-se sujidades, microrganismos, etc. melhorando o aspeto estético do elemento de forma eficaz. Devem ser realizadas quando for necessário com base nos resultados das inspeções.
- Medidas de pró-ação – Medidas que melhoram o desempenho durante a vida útil do elemento em análise, o revestimento cerâmico, para que este mantenha as suas características. Estas medidas podem ser compostas por uma limpeza generalizada com água sob pressão, com detergentes,

realização de um tratamento ao brilho e desgaste das peças cerâmicas, tratamentos de impermeabilização à água ou contra a sujidade, etc.

- Reparação – Pequenas intervenções ou substituição localizada de um elemento danificado no sistema.
- Substituição – Nestas operações é realizada a substituição total do revestimento cerâmico.

A periodicidade das ações de um plano de manutenção devem ser avaliadas, conhecendo os materiais e o sistema utilizado e também tendo em conta o nível de exigência e qualidade a garantir pelo revestimento. Esta decisão deve ser tomada pelos utentes/ proprietário do edifício e pelo gestor responsável pelo plano de manutenção [35].

Como descrito em [36], considera-se que as ações de inspeção podem ser realizadas pelos utentes uma vez que os fenómenos de degradação são facilmente identificáveis num revestimento exterior cerâmico. Claro está que a inspeção se irá limitar às áreas alcançáveis e visíveis pelos utentes. Os resultados obtidos através da inspeção devem ser transmitidos a um técnico especializado.

Assim desta forma é proposta a seguinte ficha de inspeção, ver figura 6.58., para o revestimento em estudo [35-37]. A ficha inicialmente trata da identificação do edifício alvo da inspeção e em seguida da sua descrição, na qual se contemplam informações gerais sobre a utilização do edifício, se efetua o registo histórico (se houveram intervenções anteriores ou não no edifício) e se indica se existem patologias e se sim quais as principais.

Passando ao revestimento cerâmico exterior propriamente dito em primeiro lugar regista-se se este já sofreu ações de manutenção anterior. De seguida apresenta-se os locais possíveis de inspecionar juntamente com um respetivo código identificativo. São considerados dois tipos de anomalias, estéticas e funcionais, às quais são também atribuídos diferentes códigos. Esta identificação através de códigos, relativos aos locais e as anomalias, têm como propósito simplificar o registo. No edifício em causa é difícil proceder a identificação dos locais alvo de inspeção como se efetua normalmente em outros edifício (através da orientação das fachadas), logo propõem-se o registo através da utilização destes códigos e respectiva fotografia da anomalia. Para melhor compreensão, no anexo 5, apresenta-se uma ficha de inspeção preenchida pela autora.

FICHA DE INSPEÇÃO - REVESTIMENTO CERÂMICO EXTERIOR

Identificação do Edifício
Designação:
Morada:
Localidade:

Descrição do Edifício
Data de Construção:
Nº. De Pisos:
Caracterização Funcional:
Caracterização Construtiva do Sistema:
Registo Histórico:
Principais Patologias:

Intervenções/Manutenção no Revestimento Exterior		
Ações de Manutenção Anteriores	Sim	
	Não	

Identificação dos locais	
Locais Acessíveis	Código dos locais
Lâmina A Piso 0 Interior	P0I
Lâmina A Piso 0/1 Exterior	P0/1E
Lâmina B Piso 2 Exterior	P2E
Lâmina A Piso 3 Interior	P3I
Lâmina A Piso 3 Exterior	P3E
Manga Fixa	MF
Rampa da Marina Interior	RMI
Pala dos Autocarros Exterior	PAE
Pala dos Autocarros Interior	PAI

Anomalias Estéticas	
Anomalias	Código das Anomalias
Sujidade	SU
Enodoamento	EN
Eflorescências	EF
Alteração de cor	AC
Crescimento de Microrganismos	CM
Deficiências de Planeza	DPL
Riscagem ou Desgaste dos Cerâmicos	DC

Anomalias Funcionais		
Anomalias		Código das Anomalias
Descolamento	Pontual	DP
	Generalizados	DG
Empolamento		EM
Fissuração	< 1 mm	FP
	> 1 mm	FG
Degradação do Suporte		DS
Desprendimento/Descamação e		DDF
Perda de Aderência		DP

FICHA DE INSPEÇÃO - REVESTIMENTO CERÂMICO EXTERIOR		
Identificação das Anomalias e Registo Fotográfico		
Código dos Locais	Código das Anomalias	Fotografias

Data:	
Responsável:	

Figura 5.58. – Ficha de inspeção proposta.

6

CONCLUSÃO

6.1. PRINCIPAIS RESULTADOS E AVALIAÇÃO DA REALIZAÇÃO DOS OBJETIVOS

O contacto com a realidade de obra e com a atividade profissional permitiu a consolidação de diversos conhecimentos já estudados, bem como adquirir muitos outros. Este processo foi realizado através da observação e discussão com os intervenientes, desde trabalhadores a encarregados, bem como com os vários engenheiros responsáveis da obra. Foi uma experiência muito enriquecedora quer a nível de experiência profissional, quer a nível de crescimento pessoal.

Considera-se que os objetivos inicialmente propostos foram atingidos uma vez que, ao longo deste trabalho se concretizaram todas as ações definidas nos objetivos iniciais e de que em seguida se solicita o mais relevante:

- Estudo dos materiais, procedimentos e especificações associadas à tarefa acompanhada;
- Produção de fichas de controlo de qualidade, geral e específico, aplicáveis ao trabalho em estudo;
- Elaboração do planeamento específico relativo à aplicação do revestimento cerâmico exterior;
- Realização do controlo de prazos, em conformidade com o planeamento;
- Determinação da vida útil estimada, através da aplicação do método factorial;
- Análise da durabilidade esperada do revestimento cerâmico aplicado;
- Proposta de uma ficha de inspeção para o revestimento cerâmico exterior.

A elaboração desta dissertação permitiu ainda ultrapassar os objetivos propostos, na medida em que possível estudar uma obra grande e emblemática, com características únicas e inovadoras, permitindo a interligação de várias áreas de estudo. Para realizar o enquadramento adequado da obra foi imprescindível o conhecimento detalhado das suas etapas, bem como dos materiais e processos de construção utilizados.

6.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Ao longo desta dissertação foi abordada a temática da durabilidade dos revestimentos cerâmicos exteriores, quer em termos gerais quer relativamente à obra em estudo.

Assim, neste contexto, seria de grande interesse continuar o acompanhamento da evolução do sistema estudado com base num plano de manutenção programado de limpezas, inspeções e de ações de manutenção corrente e especial a propor para a envolvente exterior. O elevado valor do trabalho acompanhado (investimento inicial de cerca de 900 mil euros + IVA) justifica a definição de medidas complementares de proteção do seu valor o que por si só justifica o interesse do estudo.

O plano a desenvolver permitirá relacionar as seguintes principais aspetos e daí retirar as respetivas conclusões:

- Como se degrada o aspeto do revestimento?
- Quais os riscos de haver descolamento de peças?
- Como se irá comportar com o tempo o revestimento e respectivo suporte de cola, considerando a elevada agressividade do ambiente que está exposto (vento, chuva, calor, frio, humidade, incidência do sol, nevoeiro salino, etc.),

Também seria interessante, avaliar o comportamento global da obra em fase de utilização atendendo à grande complexidade das formas do edifício e ao elevado número de ambientes arquitetónicos que a obra define (interior, exterior, zonas muito iluminadas, zonas de cave, zonas pouco iluminadas) que colocam importantes desafios ao nível do uso e manutenção.

BIBLIOGRAFIA

- [1. CTCCV, A., *Manual de Aplicação de Revestimentos Cerâmicos*. 2003.
2. Borges, R., *Revestimentos Cerâmicos Aderentes em Paredes* in *Departamento de Engenharia Civil*. 2013, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
3. CTCV, *Elaboração de Especificações de Aplicação de Peças Cerâmicas*. 2014.
4. BS, EN 14411:2006. 2006.
5. ES, EN 12004 - *Colas para Ladrilhos: requisitos, avaliação da conformidade, classificação e designação*. 2008.
6. Lucas, J., *Revestimentos Cerâmicos Colados*. 2005, Lisboa.
7. Lucas, J., *Terminologia Geral sobre Patologia da Construção*. 2002: Lisboa.
8. Santos, M., *METODOLOGIAS DE PREVISÃO DA VIDA ÚTIL DE MATERIAIS, SISTEMAS OU COMPONENTES DA CONSTRUÇÃO. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA* in *Engenharia Civil*. 2010, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
9. Fonseca, B.M.S.d., *Influência do Nevoeiro Salino na Degradação de Materiais Cerâmicos Aplicados em Construções*, in *Engenharia Geológica*. 2012, Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
10. PERD, *Durability Guidelines for Buildings - General Durability Issues*. 1997.
11. EOTA, *Assumption of working life of construction products guidelines*. 1999.
12. Silva, J.d.B.A., *Seminário sobre colagem de cerâmicos e rochas ornamentais*. 2014, APICER; CTCV; Feira Internacional de Construção e Obras Publicas.
13. CSTB, *Classement EdR des Elément de Remplissage de Façades Légères l'Objet d'Un Avis Technique*.
14. Meira, M.P.G.A.R.L.D.J.G., *LEVANTAMENTO QUANTITATIVO DAS PATOLOGIAS EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS EM FACHADAS DE EDIFICAÇÕES VERTICAIS NA CIDADE DE JOÃO PESSOA – PB*. 2007: II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica.
15. Roscoe, M., *Patlogias em Revestimento Cerâmico de Fachadas*, in *Departamento de Engenharia Civil*. 2008, Universidade Federal de Minas Gerais.
16. InovaDomus, *Guia para a reabilitação Revestimento Exteriores*.
17. OPWAY. Available from: <http://www.opway.pt/>.
18. "Opway nasce em Janeiro e quer facturar 1.000 milhões até 2011". O Primeiro de Janeiro, 19-12-2007.
19. Noronha, A., "OPWAY nasce a 2 de Janeiro". *Jornal de Negócios*, 2007.
20. Group, R.F.-E.S. *Rio Forte - Espírito Santo Group*. Available from: <http://www.rioforte.pt/>.
21. SGPS, O., "Relatório de Gestão". 2011.
22. Batista, R., *Noite de festa nos Prémios Construir 2013*. Construir, 2013.
23. Económico, D., *1000 Maiores empresas*. *Diário Económico*, 2012.
24. *Relatório Corporativo OPWAY - Engenharia, S.A.* 2013; Available from: <https://www.racius.com/>.
25. OPWAY - Engenharia, S.A., *Relatório Financeiro 2012 OPWAY - Engenharia, S.A.* 2013.
26. APDL. Available from: <http://www.apdl.pt/>.
27. Lusa, A., *Novo terminal de cruzeiros de Elixões pronto até ao final do ano*. Público 2014.
28. Arquitecto, L.P.S., *Memória Descritiva Arquitetura*. 2010.
29. Ferreira, A.O.-E.e., *Aplicação dos cerâmicos Vista Alegre - Procedimento de Construção*. 2014.

30. Lucas, J., *Azulejos ou Ladrilhos Cerâmicos - Descrição geral, exigências normativas, classificação funcional*, ed. LNEC. 2003, Lisboa.
31. Tecnokolla, ALL 9000, in *Ficha Técnica*.
32. Company, B.T.C., *EMACO Nanocrete R4*.
33. CTCV, *Relatório Abril 2014*. 2014.
34. CTCV, *Relatório de acompanhamento de aplicação de peças cerâmicas - Maio 2014*. 2014.
35. Moreira, J., *Manutenção preventiva de edifícios - proposta de um modelo empresarial*, in *Departamento de Engenharia Civil*. 2010, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
36. Oliveira, P., *Metodologia de manutenção de edifícios - Fachadas ventiladas*. 2011, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
37. Ferreira, R., *Metodologia de manutenção de edifícios - revestimentos de pavimentos interiores cerâmicos*. 2009, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

ANEXO I

ORÇAMENTO INICIAL DA OBRA

COORDENAÇÃO:
LUÍS PEDRO SILVA, ARQUITECTO UNIP. LDA, Rua de Carta 16, 3.º 4050-188 Porto, Portugal. Telefex: 00351-222003944. Telefone: 00351-939741897. E-mail: rop28600@gmail.com

ANEXO II

PLANO DE TRABALHOS GLOBAL

ID	Nome da Tarefa	Duração	Início	01 novembro	25-11	23-12	01 janeiro	17-02	01 março	14-04	01 Mai	09-06	07-07	01 juh	04-08	01-09	01 setembro	29-09	27-10	01
45	Pav. Vidro	10 dias	Seg 05-05-14																	
46	Pav. alumínio	9 dias	Qui 22-05-14																	
47	Pav alcafitã	4 dias	Seg 26-05-14																	
48	Lajeias Beirão Branco Edifício	135 dias	Qua 20-1-13																	
49	Lajeias Beirão Branco Manga Fixa	20 dias	Qua 30-04-14																	
50	Azulejo de fachada no interior	95 dias	Seg 10-02-14																	
51	Vãos	178 dias	Qua 20-1-13	51																
52	vãos exteriores Edifício	145 dias	Qua 20-1-13																	
53	vão exteriores Manga Fixa	30 dias	Seg 12-05-14																	
54	vãos interiores	150 dias	Qua 20-1-13																	
55	divisórias transparentes e translúcidas	24 dias	Seg 05-05-14																	
56	cabines sanitárias vidro	30 dias	Seg 21-04-14																	
57	Guardas, corrimões e gradeamentos	178 dias	Qua 20-1-13	57																
58	guardas em vidro	37 dias	Sáb 19-04-14																	
59	guardas metálicas edifício	144 dias	Qua 20-1-13																	
60	guardas metálicas manga fixa	10 dias	Qua 04-06-14																	
61	corrimãos metálicos	135 dias	Qua 20-1-13																	
62	mobiliário e acessórios	56 dias	Sex 28-03-14																	
63	mobiliário fixo e sinalética	31 dias	Sáb 26-04-14																	
64	Mobiliário sanitário e laboratórios	56 dias	Sex 28-03-14																	
65	Armários técnicos	25 dias	Sáb 03-05-14																	
66	Pintura Final + Limpeza de Obra	37 dias	Sáb 19-04-14																	
67	Instalações especiais	125 dias	Qua 01-01-14																	
68	Abastecimento de água e rede de incêndio	125 dias	Qua 01-01-14																	
69	Instalações eléctricas	125 dias	Qua 01-01-14																	
70	instalações electromecânicas	125 dias	Qua 01-01-14																	
71	instalação de som	125 dias	Qua 01-01-14																	
72	Instalações de AVAC	125 dias	Qua 01-01-14																	
73	TRABALHOS NOS ESPAÇOS EXTERIORES	166 dias	Qua 20-1-13																	
74	MILESTONE	139 dias	Sáb 31-05-14																	
75	Conclusão do Edifício	0 dias	Sáb 31-05-14																	
76	Conclusão Manga Fixa	0 dias	Seg 16-06-14																	
77	Conclusão do Azulejo de Fachada Exterior	0 dias	Seg 10-1-14																	

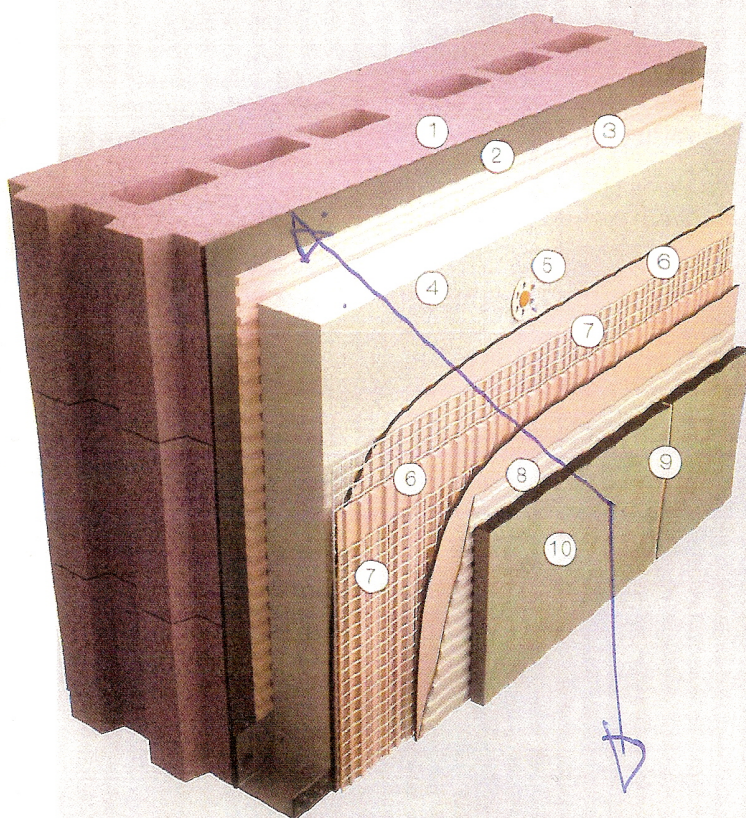
ANEXO III

FICHA TÉCNICA DO SISTEMA WEBER THERM KERAMIC

Sistema **weber.therm keramic**

SISTEMA PARA ACABAMENTO COM REVESTIMENTOS CERÂMICOS

- Mecanicamente preparado para receber revestimentos pesados.
- Apresenta resistência superficial adequada a zonas acessíveis.
- Aproveita os efeitos estéticos associados aos revestimentos cerâmicos.



1. Alvenaria em **Bloco Térmico® Leca®**
2. Reboco de regularização: **weber.rev dur**
3. Argamassa de colagem: **weber.therm plus**
4. Placa isolante: **weber.therm EPS/XPS**
5. Fixação mecânica: **weber.therm bucha**
6. Argamassa de revestimento: **weber.therm plus**
7. Rede de reforço: **weber.therm rede normal**
8. Cimento cola: gama **weber.col flex L** ou **weber.col flex XL**
9. Argamassa de junta: **weber.col premium** ou **weber.col slim**
10. Revestimento cerâmico

Desempenho Térmico do Sistema coeficiente de transmissão térmica (U)

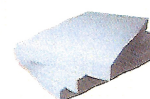
(verificação de conformidade com valores de referência RCCTE – Anexo IX, quadro IX.3)

Isolante weber.therm EPS 100 ($\lambda = 0,036 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$)			Zona I ₁	Zona I ₂	Zona I ₃
Parede base	Espessura do isolante	U (W/m ² ·°C)	U=0,70 W/m ² ·°C	U=0,60 W/m ² ·°C	U=0,50 W/m ² ·°C
parede simples de alvenaria em Bloco Térmico® Leca® de 25 cm	40 mm	0,52	V	V	N
	50 mm	0,45	V	V	N
	60 mm	0,40	V	V	V
	70 mm	0,36	V	V	V
	80 mm	0,33	V	V	V
	90 mm	0,30	V	V	V
parede simples de alvenaria em Bloco Térmico® Leca® de 30 cm	40 mm	0,50	V	V	V
	50 mm	0,44	V	V	V
	60 mm	0,39	V	V	V
	70 mm	0,35	V	V	V
	80 mm	0,32	V	V	V
	90 mm	0,29	V	V	V
parede simples de betão com 20 cm	40 mm	0,72	N	N	N
	50 mm	0,60	V	V	N
	60 mm	0,52	V	V	N
	70 mm	0,45	V	V	V
	80 mm	0,40	V	V	V
	90 mm	0,36	V	V	V

Isolante weber.therm EPS 100 ($\lambda = 0,036 \text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$)			Zona I ₁	Zona I ₂	Zona I ₃
Parede base	Espessura do isolante	U (W/m ² ·°C)	U=0,70 W/m ² ·°C	U=0,60 W/m ² ·°C	U=0,50 W/m ² ·°C
parede simples de tijolo vazado com 22 cm	40 mm	0,55	V	V	N
	50 mm	0,48	V	V	V
	60 mm	0,42	V	V	V
	70 mm	0,38	V	V	V
	80 mm	0,34	V	V	V
	90 mm	0,31	V	V	V
parede simples de bloco de betão com 25 cm	40 mm	0,61	V	N	N
	50 mm	0,52	V	V	N
	60 mm	0,46	V	V	V
	70 mm	0,40	V	V	V
	80 mm	0,36	V	V	V
	90 mm	0,33	V	V	V
parede dupla (15 + 11 cm de tijolo vazado) com caixa de ar de 3 cm	40 mm	0,47	V	V	V
	50 mm	0,41	V	V	V
	60 mm	0,37	V	V	V
	70 mm	0,34	V	V	V
	80 mm	0,31	V	V	V
	90 mm	0,28	V	V	V

V: verifica N: não verifica

NOTA: As soluções de parede consideram a existência de um reboco interior com 2cm de espessura.



Placas isolantes
weber.therm EPS
weber.therm XPS



weber.therm plus

Argamassa para colagem e revestimento de placas isolantes em sistema **weber.therm ceramic**.

- Cor salmão; saco de 20 kg
- Consumo 12 a 14kg/m² para colagem e barramento das placas isolantes



weber.col flex XL

Cimento-cola altamente deformável para colagem de peças cerâmicas em fachada.

- Cor branca; saco de 20 kg
- Consumo 3,5 a 7,5 kg/m² (em função do tamanho das peças)



weber.color premium

Argamassa lisa colorida para betumação de juntas entre peças cerâmicas em fachada.

- 30 cores; embalagem de 5 kg
- Largura de junta: 2 a 15mm



weber.color slim

Argamassa lisa colorida para betumação de juntas entre peças de lâmina cerâmica.

- 30 cores; embalagem de 5 kg
- Largura de junta: 2 a 15mm

ANEXO IV

FICHAS DE CONTROLO DE QUALIDADE PREENCHIDAS

Ficha de Controlo de Qualidade - Revestimento Cerâmico Exterior

Dono de Obra:	APDL
Obra:	TERMINAL DE CRUZELOS
Frente de Trabalho:	Laming B-1 + cob NF
Data:	27/05

	Condições/Exigências	Resultado		Comentários/ Proposta de Melhorias
		Cumpre	Não Cumpre	
1. Verificação dos Materiais				
1.1.	Quantidades necessárias	X		
1.2.	Cerâmicos em conformidade com o previsto	X		
1.3.	Cola previamente aprovada ALL 9000	X		
2. Preparação do Suporte				
2.1.	Suporte adequadamente curado	X		
2.2.	Não apresenta fissuração		X	REPARAÇÕES CI E VACIO
2.3.	Foi efetuada lavagem da superfície com jacto de água	X		
2.4.	Planimetria adequada	X		
2.5.	Suporte Seco e isento de humidades	X		
2.6.	Barramento prévio de impermeabilização efetuado 24 h antes	X		
3 Execução dos trabalhos				
3.1. Condições Ambientais				
	Temperatura	X		
	Ventos Fortes	X		
	Chuva	X		
	Incidência direta de raios solares	X		

3.2.	Verificação da Cola			
	Estado fresco respeitando tempo de abertura	Sim/Não		
	Camada superficial mais espessa	Ausência	X	
3.3.	Verificação Peças Cerâmicas			
	Tardoz limpo e isento de poeiras	Sim/Não		
	Peças secas	Sim/Não	X	
3.4.	Técnica de Aplicação			
	Espalhamento da cola adequado	Sim/Não	X	
	Respeita Estereotomia	Sim/Não	X	
	Marcação da zona baixa das peças 3D	Sim/Não	X	
	Dupla Colagem	Sim/Não	X	
	Aplicação das peças exercendo pressão adequada	Sim/Não	X	
	Utilização de espaçadores de linóleo	Sim/Não	X	
3.5.	Limpeza			
	Limpeza das peças - retirar marcação e excessos de cola	Sim/Não	X	
	Limpeza das ferramentas	Sim/Não	X	

Controlo		
Nome	Função	Assinatura
Isabel Nunes do Frenkel		JAF

Ficha de Controlo de Qualidade - Revestimento Cerâmico Exterior

Dono de Obra: APDL
Obra: TERMINAL DE CRUZEIROS
Frente de Trabalho: LÁMINA A 73-2
Data: 227 de Maio

	Condições/Exigências	Resultado		Comentários/Proposta de Melhorias
		Cumpre	Não Cumpre	
1. Verificação dos Materiais				
1.1. Quantidades necessárias	Sim/Não	X		
1.2. Cerâmicos em conformidade com o previsto	Sim/Não	X		
1.3. Cola previamente aprovada ALL 9000	Sim/Não	X		
2. Preparação do Suporte				
2.1. Suporte adequadamente curado	Sim/Não	X		
2.2. Não apresenta fissuração	Sim/Não		X	sofreu repetições <1 EMAC
2.3. Foi efetuada lavagem da superfície com jacto de água	Sim/Não	X		
2.4. Planimetria adequada	Sim/Não	X		
2.5. Suporte Seco e isento de humidades	Sim/Não	X		chovou no dia anterior mas a superfície já estava impermeabilizada
2.6. Barramento prévio de impermeabilização efetuado 24 h antes	Sim/Não	X		
3. Execução dos trabalhos				
3.1. Condições Ambientais				
Temperatura	5 °C < T < 30°	X		
Ventos Fortes	Sim/Não	X		vento mas não mt forte
Chuva	Sim/Não	X		
Incidência direta de raios solares	Sim/Não	X		

3.2.	Verificação da Cola				
	Estado fresco respeitando tempo de abertura	Sim/Não	X		
	Camada superficial mais espessa	Ausência	X		
3.3.	Verificação Peças Cerâmicas				
	Tardoz limpo e isento de poeiras	Sim/Não	X		
	Peças secas	Sim/Não	X		
3.4.	Técnica de Aplicação				
	Espalhamento da cola adequado	Sim/Não		X	Decidiu espalhar em menor área devido ao calor
	Respeita Estereotomia	Sim/Não	X		
	Marcação da zona baixa das peças 3D	Sim/Não	X		
	Dupla Colagem	Sim/Não	X		
	Aplicação das peças exercendo pressão adequada	Sim/Não	X		
	Utilização de espaçadores de linóleo	Sim/Não	X		
3.5.	Limpeza				
	Limpeza das peças - retirar marcação e excessos de cola	Sim/Não	X		
	Limpeza das ferramentas	Sim/Não	X		

Controlo		
Nome	Função	Assinatura
Isabel Alves de Freitas		JAF

ANEXO V

FICHA DE INSPEÇÃO PREENCHIDA

FICHA DE INSPEÇÃO - REVESTIMENTO CERÂMICO EXTERIOR

Identificação do Edifício
Designação: Edifício Terminal de Cruzeiro
Morada: Porto de Leixões
Localidade: Matosinhos

Descrição do Edifício
Data de Construção: 2014
Nº. De Pisos: 5 - Cave, R/C e 3 pisos superiores com 2 mezaninos
Caracterização Funcional: Serviços
Caracterização Construtiva do Sistema: Betão Armado
Registo Histórico: Ainda em construção
Principais Patologias: Não se verificam ainda patologias




Intervenções/Manutenção no Revestimento Exterior		
Ações de Manutenção Anteriores	Sim	x
	Não	

Identificação dos locais	
Locais Acessíveis	Código dos locais
Lâmina A Piso 0 Interior	P0I
Lâmina A Piso 0/1 Exterior	P0/1E
Lâmina B Piso 2 Exterior	P2E
Lâmina A Piso 3 Interior	P3I
Lâmina A Piso 3 Exterior	P3E
Manga Fixa	MF
Rampa da Marina Interior	RMI
Pala dos Autocarros Exterior	PAE
Pala dos Autocarros Interior	PAI

Anomalias Estéticas	
Anomalias	Código das Anomalias
Sujidade	SU
Enodoamento	EN
Eflorescências	EF
Alteração de cor	AC
Crescimento de Microrganismos	CM
Deficiências de Planeza	DPL
Riscagem ou Desgaste dos Cerâmicos	DC

Anomalias Funcionais		
Anomalias		Código das Anomalias
Descolamento	Pontual	DP
	Generalizados	DG
Empolamento		EM
Fissuração	< 1 mm	FP
	> 1 mm	FG
Degradação do Suporte		DS
Desprendimento/Descamação e		DDF
Perda de Aderência		DP

FICHA DE INSPEÇÃO - REVESTIMENTO CERÂMICO EXTERIOR

Identificação das Anomalias e Registo Fotográfico		
Código dos Locais	Código das Anomalias	Fotografias
P3E	SU	
P3E	SU	
P3E	CM	

Data:	20 de Junho 2014
Responsável:	Isabel Alves de Freitas